DUPONT PIONEER

SCIENCES AGRONOMIQUES RÉSUMÉ DES RECHERCHES

Édition canadienne

Introduction

En 2012, la chaleur intense et une sécheresse grave ont caractérisé la saison chez la majorité des producteurs. Aux É.-U., dans l'ensemble du pays, cela s'est traduit par une réduction des rendements d'environ 20 %. Cependant, les états les plus durement frappés, l'Indiana, l'Illinois et le Kentucky ont enregistré des pertes allant jusqu'à 33 à 50 %. Les rendements dans le soya ont connu un bien meilleur sort, ne perdant environ que 5 % par rapport aux tendances récentes aux É.-U.

Les événements reliés à la météo et leurs effets sur les cultures présentent le plus grand risque auquel les producteurs font face chaque année. Partout en Amérique du Nord, de tous les facteurs reliés à la météo, le manque de pluie en été est le premier facteur qui limite les rendements. Pour réduire ce risque, les chercheurs de DuPont Pioneer sont à concevoir des hybrides et des variétés qui performent mieux sous des conditions de stress que les semences offertes jusqu'à maintenant. Les hybrides de marque Pioneer[MD] Optimum[MD] AQUAmax[MC] sont des exemples de cet effort.

Dans d'autres cultures aussi, y compris dans le soya et le canola, nous faisons des gains concernant le rendement potentiel, de même qu'en ce qui a trait à la stabilité du rendement face à l'incertitude environnementale. Les producteurs peuvent être assurés que les chercheurs de Pioneer travaillent chaque année à réduire leurs risques non seulement par rapport aux conditions météorologiques, mais aussi ceux concernant les insectes, les maladies et autres parasites.

Partout en Amérique du Nord, les chercheurs en sciences agronomiques de Pioneer mènent des études étendues et produisent des rapports sur la gestion des cultures dans les champs de producteurs agricoles et à nos centres de recherche. Ces études peuvent aider les producteurs à prendre de meilleures décisions fondées sur des données scientifiques recueillies sur plusieurs années et plusieurs environnements culturaux. Nous espérons que l'information sur la gestion des cultures contenue dans ce résumé de recherches vous aidera à augmenter vos rendements et vos profits en 2013!

Steve Butzen et Mark Jeschke, éditeurs

Le personnel de Sciences agronomiques Pioneer

Chuck Bremer, Paul Carter, Andy Heggenstaller, Pat Holloway, Keith O'Bryan, John Shanahan, Laura Sharpe

Nous désirons souligner la contribution des auteurs suivants à la réalisation de ce résumé de recherches :

Rebecca Ahlers, Wilt Billing, Ellis Clayton, Derek Crompton, Aaron Miller, Doug Moisey, Victor Limay-Rios, Imad Saab, Art Schaafsma, Maria Stoll, Dan Wiersma, Chris Zwiener

Table des matières

Maïs en continu et gestion des résidus

Production maïs sur maïs . . . 3

En présence du maïs Bt faut-il gérer différemment le travail du sol et les résidus ? . . . 5

La récolte partielle des tiges augmente le rendement dans le maïs continu en semis direct . . . 6

Mise en terre du maïs et levée

Le stress de la levée dans le maïs . . . 8

Levée du maïs et température du sol . . . 10

L'optimisation des taux de semis dans le maïs . . . 12

Variations du rendement dans le maïs sur la largeur du planteur . . . 16

Gestion de la maladie dans le maïs

Gestion du flétrissement bactérien dans l'Ouest canadien . . . 18

Synchronisation optimale du fongicide pour réduire l'accumulation du désoxynivalénol dans le grain de maïs . . . 20

Effets de l'application foliaire d'un fongicide sur le rendement dans le maïs . . . 22

Effet du moment de l'application d'un fongicide foliaire sur le rendement en maïs . . . 23

Gestion des mauvaises herbes

Gestion des mauvaises herbes à l'ère de la résistance au glyphosate . . . 24

Production de soya

Réponse du soya à une gestion intensive de la fertilisation . . . 27

Méthodes de production pour aider à maximiser les rendements dans le soya . . . 28

Effets du moment du semis et du choix de la maturité de la variété sur le rendement dans le soya . . . 30

Effet de l'application du fongicide Acapela[mc] sur le rendement dans le soya. . . . 31

Dommage causé par le pentatome dans le soya . . . 32

Production de fourrage

Étapes dans la conception d'un ensilage de qualité : Conception d'un inoculant chez DuPont Pioneer . . . 34

Ensilage épi-tige et ensilage épi-hampe – conseils pour réussir . . . 36

Le potassium est-il court-circuité dans votre programme de fertilisation ? . . . 38

La technologie BMR – la différence DuPont Pioneer . . . 40

Production de canola et de blé

Effets du taux d'azote sur le rendement du blé traité par un fongicide. . . . 42

Production maïs sur maïs

Les avantages économiques de la culture du maïs ont incité beaucoup de producteurs à accroître la proportion du maïs sur leur ferme. Ces producteurs pourraient tirer profit d'une révision des questions et des défis susceptibles de faire surface en culture de maïs sur maïs.

Les pertes de rendement en culture maïs sur maïs par rapport à une rotation maïs-soya sont habituellement les plus élevées lorsque le potentiel de rendement est faible (Tableau 1).

Tableau 1. Baisse de rendement dans le maïs sur maïs par rapport au maïs en alternance avec le soya, à différents niveaux de rendement.*

Rendement maïs sur maïs	Baisse du rendement en maïs sur maïs par rapport à du maïs en rotation avec le soya	
6916 kg/ha	2012 kg/ha	29 %
8802 kg/ha	1509 kg/ha	17 %
10374 kg/ha	754 kg/ha	7 %
13832 kg/ha	314 kg/ha	3 %

*N appliqué au taux de 200 lb/acre. Adapté d'une étude de quatre ans effectuée par le centre de recherche de l'Université du Minnesota à Waseca.

Ces résultats démontrent que, généralement, le maïs en rotation tolère mieux les stress qui limitent le rendement que le maïs sur maïs. Cela signifie qu'il est fort probable que le système racinaire est la source du problème. Lorsque les racines du maïs sont atrophiées par la chrysomèle des racines du maïs ou par la compaction du sol, les conditions de sécheresse aggravent les effets négatifs sur le rendement. La sécheresse survient surtout en juillet et en août, durant les stades de la pollinisation et du début du remplissage du grain.

Pour minimiser les pertes dans les systèmes de production de maïs sans rotation, les producteurs devraient choisir les hybrides appropriés et bien gérer les résidus du maïs. De plus, il leur faudrait régler la fertilité du sol, la gestion des mauvaises herbes, de même que les méthodes de travail du sol, afin de tenir compte des changements dans les façons de cultiver.

Sélection de l'hybride

Pour faciliter le choix d'hybrides convenables aux champs cultivés en maïs sur maïs, DuPont Pioneer fournit des cotes sur : le stress à la levée, la pertinence en présence de beaucoup de résidus, la résistance à la maladie, la solidité des racines racines et de la tige. Les représentants DuPont Pioneer peuvent aussi recommander des produits porteurs de caractères appropriés de résistance aux insectes et des options de refuge, de même que les meilleurs choix de traitements de semence pour les champs du producteur. La chrysomèle des racines est le principal insecte associé à la production maïs sur maïs. Contre la chrysomèle, Pioneer offre des technologies incluses dans le même sac qui évitent le besoin d'avoir un refuge séparé. Les clients de DuPont Pioneer peuvent aussi choisir le traitement de semences Poncho[MD] 1250 + VOTiVO[MD] sur certains hybrides de marque Pioneer[MD], là où une protection accrue contre le nématode ou les insectes est requise.

Sélection d'un hybride en production maïs sur maïs

- Sélectionner des hybrides dont la performance est prouvée sous divers environnements et divers stress qui peuvent survenir au champ.
- Sélectionner des hybrides avec une tolérance à la sécheresse au-dessus de la moyenne.
- Sélectionner des hybrides à maturité appropriée qui tient compte des sols plus froids et de la levée plus lente sous résidus épais.
- Choisir les génétiques les plus performantes avec des caractères défensifs comme la tenue au champ et la résistance à la maladie et aux insectes.

Gestion des résidus

Une culture de maïs produit plus de deux fois de résidus qu'une culture de soya. Cela a pour avantage de réduire l'érosion du sol, mais présente des défis. Une gestion efficace des résidus du maïs peut réduire l'impact négatif d'une production maïs sur maïs.

Effets des résidus du maïs sur l'implantation de la population.

Les résidus directement sur le rang réduisent la température de la zone d'ensemencement, retardent la germination et la croissance hâtive. Ils peuvent réduire la population et les rendements. Les études ont démontré que la température du sol peut être de 5° F inférieure sous les résidus du maïs que sous les résidus du soya.

Effets des résidus du maïs sur les maladies du maïs

Vu que les pathogènes survivent dans les résidus du maïs et que l'inoculum s'accumule avec le temps, habituellement, les cas de maladies augmentent en production maïs sur maïs. Dans ce type de production comportant beaucoup de résidus, à long terme, on constate une augmentation des maladies suivantes : tache grise des feuilles, l'helminthosporiose du Nord du maïs, l'anthracnose, et la Kabatiellose du maïs. La pourriture de la tige et les champignons de l'épi comme Fusarium, Gibberella, Diplotia et Aspergillus survivent et accroissent aussi leur nombre dans les résidus.

Trucs pour gérer les résidus de maïs

La gestion efficace des résidus à la récolte au moyen des équipements de travail du sol et ceux pour semer peut contribuer au succès de la production maïs sur maïs.

- À la récolte, les le broyeur de tiges peuvent remplacer le bec cueilleur à maïs habituel pour déchiqueter plus agressivement les tiges de maïs. Une distribution uniforme des résidus derrière la moissonneuse a aussi de l'importance.
- Dans les régions où il y a des usines de fabrication d'éthanol ou des parcs d'engraissement, la récolte des rafles est une autre option pour réduire l'excès de résidus. Souvent, cela améliore la levée et améliore le rendement.
- Enterrer les résidus du maïs lors des différentes opérations de travail du sol constitue une autre façon de gérer les résidus additionnels en situation maïs sur maïs.
- Le labour en bandes est une autre option de gestion des résidus qui permet aux producteurs de garder les avantages du travail minimum du sol entre les rangs tout en profitant des avantages du sol nu sur les rangs.
- Les tasses résidus, les coutres ou autres appareils peuvent déplacer les résidus hors du rang pour créer un environnement propice dans la zone du semis pour une germination et une levée plus rapide du maïs.

Application foliaire de fongicide

Les fongicides foliaires peuvent aider à réduire les maladies de la feuille et leurs effets néfastes sur les rendements. Lors de 475 essais DuPont Pioneer à la ferme, les fongicides foliaires ont augmenté en moyenne les rendements de 7,0 bo/acre. Toutefois, les augmentations de rendement étaient plus grandes dans les champs comportant beaucoup de résidus à la suite d'un travail du sol réduit ou provenant du maïs sur maïs.

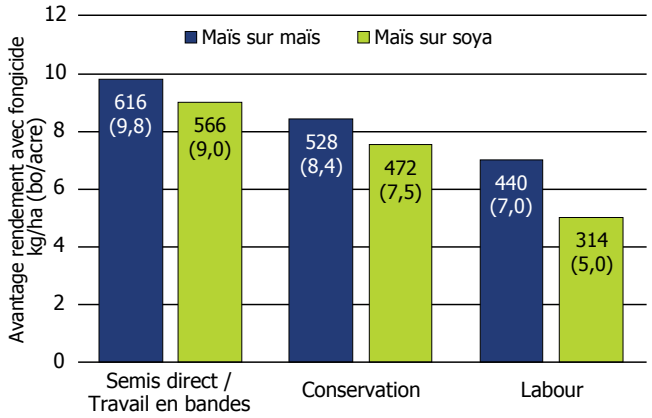


Figure 1. Réponse moyenne en rendement à l'application d'un fongicide foliaire influencée par la culture précédente et le travail du sol, lors d'essais à la ferme par Pioneer (289 essais, de 2007 à 2011).

Fertilité du sol

En production maïs sur maïs, la fertilité du sol devrait être basée sur des analyses complètes du sol et sur les recommandations locales. Les analyses du sol sont nécessaires pour déterminer le pH du sol et les niveaux existants de phosphore (P) et de potassium (K). En culture de maïs, le pH du sol devrait être à 6,2 ou plus. L'application en bande de P et de K peut améliorer l'efficacité d'absorption des nutriments particulièrement dans les sols dont le pH est de plus de 7,2. Les fertilisants de départ sont les plus profitables sur les sols de faible fertilité et peuvent fournir une croissance plus uniforme des plantules lors de périodes froides prolongées au printemps.

La détermination des doses d'azote (N) dans le maïs sur maïs exige de prendre en compte des facteurs de compensation. Il est fort probable que les rendements seront plus faibles. Donc, en tout, l'utilisation de N par la culture sera moindre. Toutefois, vu que les résidus de maïs mobilisent N, il faut en ajouter. Les recommandations de N varient selon l'état; on encourage les producteurs à suivre les recommandations de leurs conseillers locaux.

Depuis plusieurs années, la dose de N a fait l'objet de nombre d'études pour les cultures en rotation. En général, ces études démontrent que seule l'augmentation de la dose de N ne compense pas pour la réduction du rendement en maïs après du maïs par rapport au soya (tableau 2).

Tableau 2. Effet de la rotation de la culture et de la dose d'azote sur les rendements moyens en maïs (Mallarino et Pecinovsky, 1999*).

Rotation	Culture	Azote lb/acre (appliqué au printemps)			
		0	80	160	240
		- - - - Rendement maïs (bo/acre) - - - -			
M sur M	Maïs	55	106	128	135
M sur S	Maïs	100	141	148	151
M-M-S	Maïs 1	101	137	148	150
	Maïs 2	56	106	129	135
M-M-M-S	Maïs 1	100	135	147	147
	Maïs 2	58	108	131	136
	Maïs 3	57	103	127	134

Maïs 1, maïs 2, maïs 3, = 1e, 2e et 3e année de maïs après soya, respectivement.
*Étude de 20 ans menée à l'Université de l'Iowa.

Dans cette étude, les rendements en maïs sur maïs n'ont jamais égalé ceux après le soya, peu importe la dose d'azote appliqué. Toutefois, une étude récente a démontré que du N additionnel peut, en certains cas, compenser une grande partie de la réduction associée au maïs sur maïs (Mallarino et Rueber, 2011).

Gestion des mauvaises herbes

Lorsque vous passez d'une rotation maïs-soya à une production maïs sur maïs, certaines mauvaises herbes peuvent présenter plus de problèmes. Il faut surveiller les champs pour détecter toute augmentation de pression de la part d'une mauvaise herbe en particulier et il faut gérer en conséquence. Le maïs spontané est beaucoup plus difficile à gérer dans le maïs que dans le soya. Donc, les producteurs devraient travailler pour prévenir le maïs volontaire en minimisant les bris de tige, les chutes d'épis et les pertes à la récolte. Parcourez les champs à l'automne et récoltez d'abord ceux où le maïs risque de verser ou de perdre ses épis. Le réglage de la moissonneuse et son entretien contribuent à minimiser la perte de grains durant la récolte.

La rotation maïs sur soya présente une bonne occasion de faire aussi la rotation des herbicides. La rotation des modes d'action des herbicides contribuent au succès à long terme de la gestion des mauvaises herbes en prévenant les changements et/ou l'apparition de la résistance. En production maïs sur maïs, les producteurs devraient alterner entre les modes d'action des herbicides et utiliser des mélanges ou des séquences d'applications d'herbicides avec différents modes d'action.

Méthodes de travail du sol

Lors d'études menées par l'Université de Purdue, la méthode de travail du sol avait davantage un effet relié à la culture du maïs sur maïs plutôt que sur la rotation avec le soya (Vyn, 2010). Le semis direct subissait le plus de perte de rendement, suivi du travail de conservation du sol, puis du labour.

Cependant, dans certains environnements à rendements élevés, l'effet négatif de la méthode du semis direct ne différait pas de celui des autres méthodes de travail du sol. La gestion efficace des résidus en semis direct peut aider à minimiser n'importe quelles réductions de rendement. Le travail du sol en bandes ou Les tasses résidus coutre peuvent être utilisés pour enlever les résidus de culture sur le rang tout en les retenant entre les rangs. Quelques trucs de travail du sol et de préparation du lit de semence sont indiqués plus loin.

Trucs de travail du sol et de préparation du lit de semence

- Si possible, planifiez le travail du sol pour l'automne. Il prépare un bon lit de semence pour le printemps suivant. Au printemps, le travail du sol est souvent retardé à cause de conditions fraîches ou humides dans le maïs en continu.
- Vérifiez s'il existe une croûte dans le sol et utilisez l'équipement de travail du sol approprié pour briser les couches compactes.
- Les systèmes pleine largeur de travail du sol devraient se concentrer pour réduire les résidus et les incorporer au sol pour accélérer leur décomposition.
- Dans les régions plus au nord et sur les sols mal drainés, contrairement au semis direct, les méthodes de travail en bandes peuvent créer un lit de semence plus chaud, tout en exigeant moins de carburant que les systèmes complets de travail du sol.
- Équipez les semoirs de tasses résidus pour déplacer les résidus hors du rang et obtenir un réchauffement plus consistant du sol et une meilleure levée au printemps.
- Surveillez de près l'usure sur les disques doubles du semoir pour vous assurer qu'ils coupent bien et forment un bon sillon pour la semence.

En présence du maïs *Bt* faut-il gérer différemment le travail du sol et les résidus ? 2012

Objectif

- Déterminer si les hybrides de maïs *Bt* et ceux non-*Bt* diffèrent en ce qui a trait au besoin de gestion des résidus après la récolte. De plus, déterminer si certaines méthodes de gestion des résidus après la récolte ont un effet sur la levée, la croissance hâtive, la population, et le rendement en culture de maïs sur maïs.

Description de l'étude

Endroit : Arlington, WI
Aménagement de parcelle : Plan de blocs aléatoires complets, plan à parcelle subdivisée et sous subdivisée
Répétitions : 4
Facteurs :

- Facteur sur l'ensemble de la parcelle – Travail du sol (semis direct vs chisel à l'automne)
- 1er facteur sur parcelle subdivisée – hybride de maïs (*Bt* contre non-*Bt*)
- 2e facteur sur parcelle subdivisée – gestion des résidus (broyés contre non broyés)
- 3e facteur sur parcelle subdivisée – fertilisation N à l'automne (30 lb-N/acre d'urée contre aucune)

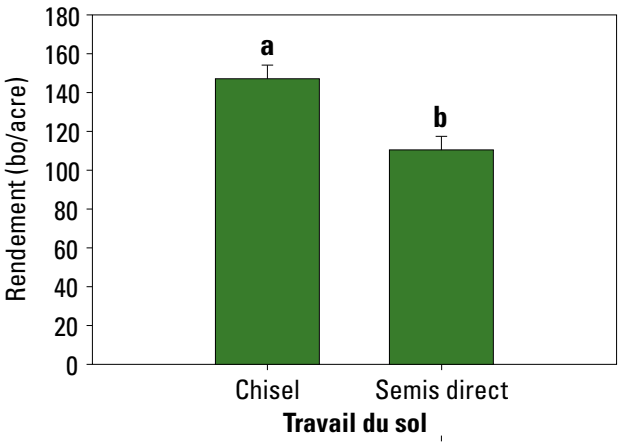
Résultats

- Rendements en maïs furent significativement ($P \leq 0,05$) plus élevés avec chisel à l'automne qu'en semi-direct.
- Aucune différence significative de rendement ($P \leq 0,24$) entre le maïs non-Bt et le maïs Bt.
- Aucune différence significative de rendement ($P \leq 0,94$) entre résidus broyés et non broyés.
- Aucune différence significative de rendement ($P \leq 0,22$) entre la fertilisation N à l'automne et aucune fertilisation.
- Les effets d'interaction n'ont pas été significatifs.
- Ces résultats sont similaires à ceux d'études précédentes et concurrentes qui indiquent une entrave au rendement avec le semis direct en maïs sur maïs (par rapport au maïs sur maïs avec travail du sol). Les résultats démontrent aussi que N à l'automne n'a aucun effet sur l'amélioration des rendements en favorisant la décomposition des résidus.
- Les résultats ne suggèrent pas un besoin de traiter les résidus différemment pour un maïs *Bt* par rapport à un maïs non-*Bt*.

Maïs en semis direct (gauche) et maïs avec chisel (droit). Photo prise le 29 juin 2012.

- Le site a été en maïs sur maïs et les traitements en travail du sol ont été effectués depuis 2009.
- Le site de recherche a connu un stress grave dû à la sécheresse en 2012. Les résultats de la saison de croissance 2012 peuvent être interprétés comme représentatifs des effets du traitement sous conditions de sécheresse.

Rendements en maïs avec chisel ou en semis direct



* Des lettres différentes indiquent une différence significative au niveau =0,5
Les barres d'erreur indiquent l'erreur type.

Recherche menée par Matt Ruark, University of Wisconsin-Madison dans le cadre d'un programme de récompenses en recherche de DuPont Pioneer, gestion des cultures. Ce programme finance des études agronomiques et d'autres sur l'agriculture de précision, menées par des universités et des coopérateurs du ministère de l'Agriculture des É.-U. partout en Amérique du Nord. Les récompenses s'étendent sur une période allant jusqu'à quatre ans et s'intéressent aux besoins en information sur la gestion des cultures des agronomes de DuPont Pioneer, de ses représentants et de ses clients.

Données pour 2012 basées sur la moyenne de toutes les comparaisons effectuées sur un site jusqu'au 2 novembre 2012. L'information provenant de plusieurs années et de plusieurs endroits constitue une meilleure variable explicative de la performance future. Veuillez ne pas utiliser ces données ou toutes autres données provenant d'un nombre limité d'essais comme un facteur important de décision pour choisir un produit. Les réponses du produit sont variables et sujettes à différentes pressions provenant de l'environnement, des maladies et des parasites. Les résultats individuels peuvent varier.

DuPont **Pioneer Sciences Agronomiques**, Le logo ovale de DuPont est une marque déposée de DuPont. MD, MC, SM Les marques déposées, de commerce, et de service sont utilisées sous autorisation par Pioneer Hi-Bred limitée. © 2012 PHII.

La récolte partielle des tiges augmente le rendement dans le maïs continu en semis direct[6]

Une grande partie de la différence de rendement entre le maïs en continu et celui en rotation avec le soya réside dans l'interférence causée par les tiges de l'année précédente. Le travail du sol peut réduire la perte de rendement dans le maïs sur maïs. Toutefois, c'est un coût additionnel et cela peut épuiser la matière organique et causer l'érosion.

Le semis direct évite les coûts du travail du sol et améliore sa qualité. Par contre, cela peut rendre plus difficile l'établissement de la population et réduire le rendement, particulièrement dans les régions aux sols lourds, humides, qui se réchauffent lentement au printemps. Dans ces régions, des alternatives de gestion dans le traitement des résidus s'imposent pour améliorer la production de maïs en continu, sous semis direct.

Description de l'étude

Une étude sur quatre années[1] a été menée afin d'aider à identifier les méthodes de gestion efficaces en ce qui a trait aux coûts pour réduire les effets négatifs des tiges sur la densité de population et le rendement du maïs en semis direct.

L'étude a eu lieu au centre de recherche Bradford et au centre de vulgarisation près de Columbia au Missouri. Le type de sol prédominant était un loam limoneux mexicain. L'expérience évaluait cinq traitements de gestion des résidus : application de 40 lb/acre de N liquide sur les résidus à l'automne ***(N d'automne)***, le hachage fin des tiges à l'automne ***(Hachage fin automne)***, enlèvement et pressage des tiges à l'automne ***(Pressage-enlèvement)***, utilisation de tasse résidus au moment de semer au printemps ***(tasse résidus)***, et aucun traitement des résidus ***(Aucun)***.

Levée et début de croissance affectés par la présence des résidus du maïs.

Un semoir à quatre rangs Kinze[MD] a été utilisé pour semer deux hybrides en avril. Pour trois des quatre années, les parcelles ont dû être réensemencées tard en mai à cause de conditions fraîches et humides, et de population de moins de 10 000 plants/acre. Les parcelles mesuraient 10 pieds sur 60 (quatre rangs espacés de 30 pouces). Les taux de semis étaient de 30 000 grains/acre en 2008 et 32 000 pour les trois autres années. Peu de temps après le semis, un fertilisant azoté (nitrate d'ammonium) était uniformément appliqué à la volée sur tous les traitements au taux d'au moins 200 lb/acre. Puisque les traitements des résidus et les hybrides ont été utilisés sur les mêmes parcelles chaque année, les résultats permettent de tirer des conclusions concernant les tendances de gestion à long terme.

La densité de population a été mesurée en comptant le nombre de plants levés sur des sections de rangs de 20 pieds au centre des parcelles. Les deux rangs du centre de chaque parcelle ont été récoltés pour déterminer le rendement qui a été corrigé à 15,5 % d'humidité.

Résultats

1. Les traitements de gestion des résidus ont-ils réduits la quantité de tiges ?

Oui. La moyenne, sur les quatre années de l'étude a démontré une réduction de la quantité de tiges de 9, 16, et 53 % respectivement chez les traitements N d'automne, hachage fin automne, et pressage-enlèvement. La quantité de tiges n'a pas été mesurée dans le cas du traitement nettoyeurs de rangs, car dans ces parcelles, les tiges n'étaient pas enlevées du champ mais plutôt déplacées à côté du sillon de semis. N d'automne n'a eu qu'un petit effet sur les niveaux de résidus. Le hachage d'automne a probablement réduit les niveaux de tiges par la réduction de la grosseur des particules et l'augmentation des taux de décomposition. Le traitement pressage-enlèvement demandait qu'on fauche, râtelle, presse et enlève approximativement la moitié des tiges du champ. Ce niveau est le maximum de récolte efficace pour les râteaux et les presses actuellement sur le marché.

2. Les traitements de gestion des résidus ont-ils affecté la quantité de tiges ?

Oui, mais seulement pour deux traitements (figue 1).

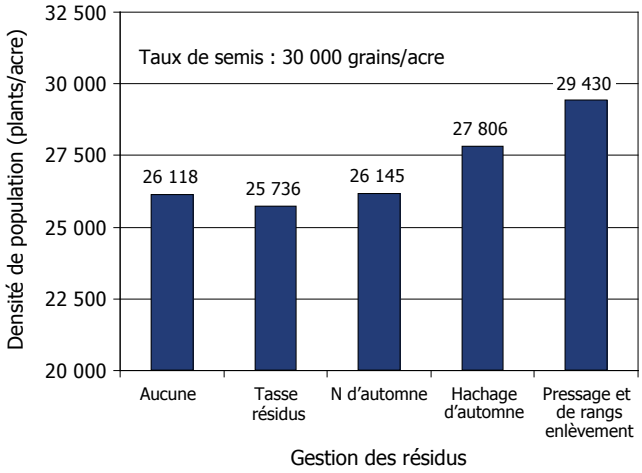


Figure 1. Effets du traitement des résidus sur la densité de population dans la culture de maïs sur maïs par semis direct. Les résultats sont les moyennes de rendements obtenus au cours d'une étude de quatre ans au centre du Missouri.

Au cours de la période d'étude de quatre ans, en ordre les densités de population ont été (plants/acre) : ***tasse résidus*** (25 700); ***Aucun*** (26 100); ***N d'automne*** (26 100); ***Hachage d'automne*** (27 800); et ***Pressage-enlèvement*** (29 400). Dans les cas de ***Hachage d'automne*** et ***Pressage-enlèvement***, les deux seuls traitements qui ont donné une population significativement plus grande que celle du témoin, les moyennes de population de plants étaient seulement de 6 et 12 % plus élevées que celles du témoin (aucun traitement).

Durant trois des quatre années, les parcelles ont dû être réensemencées pour obtenir des densités de population acceptables. Le réensemencement a été effectué une fois que les sols s'étaient réchauffés et séchés. Donc, les différences de population entre les traitements de résidus ont probablement été réduites en 2009, 2010, et 2011. En 2008, les parcelles ont été réensemencées et le traitement qui enlève le plus de résidus ***(pressage-enlèvement)*** a augmenté la densité de population de 44 % comparativement au témoin (aucun traitement des résidus). Les résultats indiquent que le traitement des

résidus est probablement beaucoup plus important lorsque l'on sème le maïs dans des sols frais et humides.

3. Les traitements de gestion des résidus ont-ils affecté les rendements en maïs ?

Oui, cependant seul le traitement pressage-enlèvement a augmenté significativement les rendements au-dessus de ceux du témoin (figure 2).

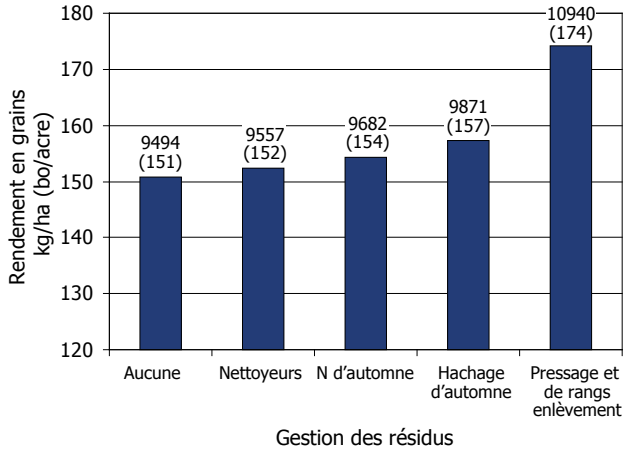


Figure 2. Effets du traitement des résidus sur le rendement en maïs en continu, semis direct. Les résultats sont les moyennes de rendements obtenus au cours d'une étude de quatre ans au centre du Missouri.

Au cours des quatre années de l'étude, en moyenne, les rendements en grain étaient de 151, 152, 154, 157, et 174 bo/acre respectivement pour ***Aucun, tasse résidus, N d'automne, Hachage d'automne,*** et ***Pressage-enlèvement***. Le seul traitement efficace ***(Pressage-enlèvement)*** a augmenté le rendement de 16 % par rapport au témoin (aucun traitement). Le traitement ***Pressage-enlèvement*** a produit plus que le témoin chaque année sur les quatre ans de l'étude, même durant les années où les deux traitements ont donné des densités de population similaires (figure 3).

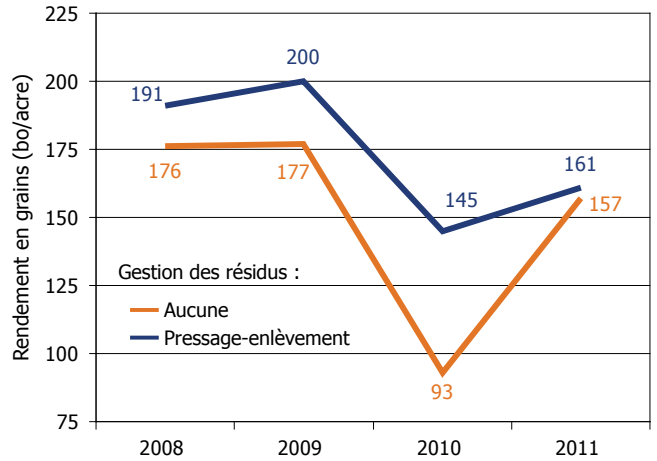


Figure 3. Rendement en grains sur quatre ans dans le maïs en continu, semis direct, avec et sans récolte partielle des tiges.

Plusieurs études ont démontré que jusqu'à la moitié des tiges de maïs peut être enlevée sans impact négatif sur la qualité et la productivité du sol. Les systèmes de maïs en continu sur semis direct conviennent bien à l'enlèvement des tiges, car il reçoivent annuellement une quantité élevée de matière organique, sans travail du sol. Cela permet de récolter, de façon durable, de plus grandes quantités de tiges comparativement aux autres systèmes qui

La levée et la croissance de la culture au printemps en présence d'une épaisse (gauche) et d'une légère (droite) couverture de tiges sur le lit de semence.

comptent sur les équipements classiques de travail du sol ou la rotation avec le soya.

Aucune interaction n'a été détectée entre les hybrides et d'un traitement de résidus à l'autre. Cela indique que les deux hybrides ont répondu de façon similaire à des niveaux variables de résidus provoqués par différentes pratiques de gestions de ces derniers.

Conclusions

Les résultats de cette étude mettent en lumière l'importance d'une gestion efficace des résidus pour atteindre une densité de population optimale et un rendement élevé en grains en production de maïs en continu, sans travail du sol. Cependant, les résultats de cette étude démontrent aussi que plusieurs méthodes de gestion des résidus couramment utilisées, y compris ***N d'automne*** et ***tasse résidus*** ont été à toute fin pratique inefficaces pour améliorer la densité de population ou le rendement en grains. De toutes les pratiques de gestion évaluées, seuls le ***Hachage d'automne*** et la récolte partielle des tiges ***(Pressage-enlèvement)*** ont amélioré la densité de population par rapport au témoin (aucun traitement). Le ***Pressage-enlèvement*** a permis d'améliorer la densité de population et le rendement.

Les producteurs de maïs sur maïs, en semis direct, qui possèdent des animaux ou qui peuvent vendre les tiges de maïs, devraient considérer une récolte partielle des tiges comme méthode efficace de gestions des résidus dans le maïs.

La parcelle d'essai Pioneer après la récolte des tiges de maïs à l'automne.

[1] Cet article a été adapté à partir du rapport final soumis par Bill Wiebold PhD., département de phytologie de l'Université du Missouri, dans le cadre de son projet CMRA intitulé "Mitigation of Stover Effects on Yield in Continuous Corn Planted without Tillage."

Le stress de la levée dans le maïs

En début de saison, le lit de semence peut s'avérer un environnement inhospitalier pour la semence de maïs et les plantules. Les dates d'ensemencement de plus en plus hâtives ont augmenté le potentiel d'avoir des conditions froides et humides après le semis. Lorsque les conditions météorologiques printanières défavorables persistent, avant la levée, le maïs ensemencé peut être exposé au froid, à un sol saturé d'eau, pour trois semaines ou davantage.

Deux nouvelles tendances, le semis hâtif et le travail minimum du sol ont introduit, tôt en saison, un stress dû au froid dans des régions qui habituellement ne sont pas affectées par ce problème. Même dans les régions du sud et de l'ouest des É.-U. où l'on cultive le maïs, ces méthodes de production peuvent causer des niveaux similaires de stress à ceux connus dans les régions plus au nord. Bien qu'il y ait beaucoup d'avantages associés au travail minimum du sol, le niveau de stress tôt en saison a augmenté au rythme de son adoption. Cela est dû principalement aux plus basses températures du sol, à l'eau retenue dans les résidus de culture, de même qu'à un assèchement plus lent du lit de semence. Le maïs cultivé sous irrigation peut aussi subir un stress important si l'eau d'irrigation est suffisamment froide.

Malgré ses origines tropicales, le maïs affiche une sensibilité générale au stress tôt en saison. La recherche a démontré que les hybrides diffèrent dans leur capacité à lever dans des environnements stressants. La cote de levée sous stress de DuPont Pioneer reflète cette variation. Elle est appliquée à tous les hybrides de marque Pioneer[MD] pour aider les clients à choisir les produits appropriés à leurs champs exposés au stress du froid. Cet article traite des principaux facteurs qui ont un impact tôt en saison sur la performance et les cotes de levée sous stress.

Impact du stress causé par le froid sur l'implantation de la population

La température optimale pour la levée du maïs se situe entre 80 et 90° F. À des températures plus basses la levée est grandement réduite. Elle cesse complètement entre 50 à 55 °F ou plus bas. Vu que, tôt en saison, les températures du sol ne sont presque jamais optimales, la semence qui lève éprouvera un degré de stress presque partout en Amérique du Nord. Le degré de stress et le dommage potentiel causé par le stress sont, en grande partie, déterminés par les températures du sol et de l'eau durant l'imbibition et la levée de la plantule.

Pour que la levée réussisse, toutes les parties de la plantule (racines, mésocotyle, coléoptile et la feuille qui s'y trouve) doivent travailler de façon coordonnée pour pousser le coléoptile au-dessus de la surface du sol et permettre à la première feuille de se déployer. Tout dommage à l'une de ces structures aboutira probablement à la perte de la plantule et de son rendement potentiel. La section ci-dessous décrit certains des événements qui en sont la cause.

Les premières heures critiques : Lorsque le grain sec s'imbibe d'eau froide (typiquement à 50 °F ou moins), une blessure due à l'imbibition peut en résulter. Le degré de dommage va de la mort du grain à des anomalies comme le tire-bouchon ou des coléoptiles fusionnés (figures 1 et 2). Généralement, le potentiel de dommage causé par l'eau froide décroît au fur et à mesure que les plantules lèvent. Il décroît aussi si l'imbibition initiale a lieu à des températures supérieures à 50 °F. Cela peut expliquer des situations observées où du maïs semé tôt bénéficiant de températures favorables a mieux levé qu'un maïs semé plus tard suivi d'une vague de froid ou recouvert de neige.

Habituellement, le dommage à la jeune racine émergente à moins de conséquences graves quant à la survie de la plantule. Cela vient du fait que la racine primaire qui est la première à sortir joue un rôle relativement faible dans l'établissement de la plantule comparativement aux autres racines (latérales et nodales). Habituellement, la plantule peut progresser normalement si les racines latérales et nodales sont intactes. Toutefois, tout dommage aux racines réduira probablement la vigueur et accroîtra le potentiel de blessure par la maladie ou les insectes (voir la section sur les effets de la maladie et des insectes). Il est important de noter que le dommage par le froid est, en général, irréversible. Il est aussi difficile à diagnostiquer puisque habituellement il survient en dessous de la surface du sol, bien avant que la culture lève. Les symptômes de dommage au-dessus du sol peuvent prendre des semaines pour devenir évidents.

Figure 1. Croissance anormale du mésocotyle et du coléoptyle lors d'un stress prolongé causé par le froid dans un champ ensemencé tôt en Illinois.

Figure 2. Symptômes communs de dommages causés par le froid durant l'imbibition et la levée de la plantule.

La cote de stress à la levée

La cote de stress à la levée de Pioneer aide à catégoriser les hybrides selon leur potentiel génétique de lever sous des conditions environnementales de stress (y compris le froid, les sols humides ou de courtes périodes graves de basses températures) par rapport à d'autres hybrides Pioneer. Les cotes de stress à la levée sont attribuées sur une échelle de 1 à 9. Les cotes allant de 6 à 9 indiquent un potentiel supérieur à la moyenne d'établir une population normale sous de telles conditions; une cote de 5 indique un potentiel moyen d'établir une population normale sous conditions de stress; enfin, des cotes allant de 1 à 4 soulignent un potentiel inférieur à la moyenne d'établir une population normale sous stress. Ces définitions doivent être prises comme des directives générales; les producteurs devraient prendre en considération les conditions particulières au champ au moment de prendre une décision.

Le stress à la levée est une cote agronomique. Il ne s'agit pas d'une cote sur la susceptibilité de la plantule à la maladie. De plus, le stress à la levée ne devrait pas être confondu avec les cotes de croissance hâtive. Ces dernières réfèrent à la vigueur de la plantule après la levée. Il est important de noter que pour le maïs, tôt en saison, le niveau de tolérance au stress est limité. Voilà pourquoi, même les hybrides porteurs d'une grande résistance au stress de la levée vivront un certain niveau de blessure et de perte de population si les conditions sont suffisamment graves.

Test sur le stress à la levée chez DuPont Pioneer

Pour obtenir des cotes de stress à la levée, DuPont Pioneer évalue ses hybrides sur plusieurs années et dans de multiples environnements et ce plusieurs années avant la commercialisation. Le but est de tester sous beaucoup de types différents de stress, tôt en saison, avant d'assigner une cote. Les hybrides sont testés sur plusieurs sites, ensemencés tôt, à plusieurs endroits en Amérique du Nord, y compris sur des champs en semis direct, de même que sur d'autres avec maïs en continu. Aux É.-U., les lieux de d'évaluation sont situés au MN, WI, IA, NE, SD, ND, MI, IN, IL et dans d'autres états. Au Canada, on retrouve des sites de testage au Québec et au Manitoba.

Les sites d'évaluation sont choisis dans le but de refléter les différents types de lits de semence et de conditions environnementales probables chez les producteurs. Grâce à leur diversité et aux conditions uniques qu'ils présentent, ces sites d'évaluation fournissent une compréhension plus complète des réponses des hybrides au stress tôt dans la saison. Un site typique d'évaluation compte de grandes quantités de résidus, un sol froid (sous 50 °F) au semis, suivi d'une pluie froide ou de neige, ainsi qu'une levée qui exige de trois à quatre semaines.

Les hybrides sont aussi testés dans les laboratoires d'épreuves biologiques qui simulent des conditions stressantes. Validés au moyen d'essais au champ répartis sur plusieurs années, ces tests fournissent des conditions constantes et reproductibles, combinées à la flexibilité de tester à longueur d'année. Ces essais en laboratoire d'épreuves sont utilisés pour appuyer les décisions concernant l'avancement d'un hybride, de même que pour soutenir les efforts de sélection, afin d'améliorer la tolérance au stress tôt en saison par le biais de la sélection effectuée à l'aide de marqueurs moléculaires.

Maladie de la plantule et stress à la levée

Le stress à la levée est un caractère agronomique destiné à refléter la variabilité génétique pour la tolérance au **stress abiotique** tôt en saison. Il ne s'agit pas d'une cote de résistance à la maladie. Le stress tôt en saison peut favoriser la maladie chez la plantule si certaines conditions sont présentes, y compris la présence d'inoculum et de conditions froides et humides pour une période prolongée. La blessure aux plantules à la levée favorisera aussi la maladie. La blessure peut être causée par un refroidissement, comme le dommage imbibitionnel, ou par les insectes qui s'alimentent comme : la mouche des semis, les hannetons et les vers fil-de-fer.

Dans les environnements où la pression de l'inoculum est forte, la progression de la maladie fait souvent la course avec la croissance de la plantule. Généralement, les conditions qui favorisent un réchauffement rapide du sol favoriseront la croissance de la plantule et réduiront les cas de maladie. Par contre, habituellement, de longues périodes froides et humides favoriseront la progression de la maladie (figure 3). Beaucoup de pathogènes du sol, y compris quelques espèces de Pythium sont le plus actifs à des températures allant de 40 à 50 °F. De basses températures comme celles-là peuvent blesser la plantule à la levée et faciliter l'infection. Les basses températures retardent aussi l'établissement de la population et élargissent la fenêtre de vulnérabilité à l'infection. Les traitements de semences au moyen d'un fongicide sont généralement efficaces contre les organismes ciblés pour environ dix à quatorze jours après le semis. Cependant, la protection diminuera si la levée et l'établissement de la population sont retardés au-delà de cette période.

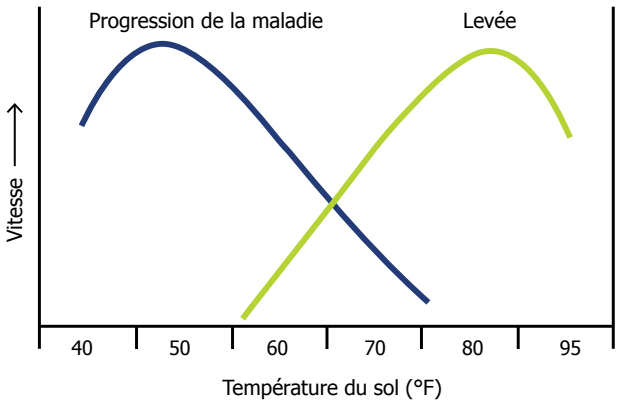


Figure 3. Réactions théoriques de la progression de la maladie et de la levée de la plantule, selon la température du sol.

Traitements de semences et stress à la levée

Dans des environnements stressants, les traitements de semences peuvent aider à protéger les populations contre la maladie et les insectes parasites.

Traitement de semence Premium de Pioneer : Le traitement Premium de Pioneer (PPST 250) est le traitement standard pour tous les produits de maïs de marque Pioneer[MD] pour la période des semences 2013. C'est un fongicide et un insecticide. La matière fongicide du PPST 250 inclut une préparation fongique à quatre volets, qui fournit, selon son fabricant une nouvelle norme de protection à large spectre contre les maladies de la semence et de la plantule, y compris Fusarium et Pythium. La matière insecticide offre une protection éprouvée contre les insectes pour améliorer la santé du plant tôt en saison.

Traitement de semences Poncho[MD] 1250 + VOTiVO[MD] : Les producteurs peuvent aussi choisir le traitement de semences Poncho[MD] 1250 + VOTiVO[MD] sur certains hybrides de marque Pioneer, là où une protection accrue contre le nématode ou les insectes est requise. Selon Bayer, grâce au 1250 de Poncho, tôt en saison, les producteurs obtiennent une protection accrue contre le ver fil-de-fer, le ver-gris noir, le hanneton et autres parasites, ainsi qu'une protection contre la chrysomèle des racines. De plus, le traitement fournit un mode d'action biologique pour protéger les plantules du maïs et leurs racines contre les nématodes.

Conclusion : Choisir des hybrides porteurs d'une résistance au stress à la levée aide à réduire la vulnérabilité à ce stress. Utiliser des semences traitées aide à fournir une protection critique dans des environnements stressants où les semences sont vulnérables aux attaques comme démontré ci-dessous.

Figure 4. Plantules de maïs à la levée dans un champ ensemencé tôt en présence de beaucoup de résidus.

Levée du maïs et température du sol

Le succès de la levée du maïs repose sur une combinaison de trois facteurs clés : l'environnement, la génétique et la qualité de la semence.

- Environnement : Température, résidus, compaction et eau.
- Génétique : Tolérance au stress et vigueur.
- Qualité de la semence : Humidité à la récolte, séchage et conditionnement.

La génétique des hybrides fournit la tolérance de base au stress causé par le froid. La qualité élevée de la semence assurera la performance attendue de sa capacité génétique. DuPont Pioneer se concentre sur la sélection de la meilleure génétique pour obtenir une performance constante sur une gamme étendue d'environnements et pour produire des semences de la plus haute qualité. Même à cela, les facteurs environnementaux peuvent dicter l'établissement de la population. Voilà pourquoi Pioneer fournit des conseils basés sur la recherche pour aider les producteurs à mieux gérer les opérations aux champs afin de maximiser les populations.

Les températures du sol au semis sont un élément environnemental clé dans l'établissement de la population. Généralement, il est recommandé de semer le maïs lorsque la température du sol est à 50 °F ou plus. Toutefois, les conditions après le semis sont aussi importantes. De faibles températures après le semis ont réduit grandement la population sur un site qui a subit un stress à la levée près d'Eau Claire, WI, en 2011 (ci-dessus).

Cet article décrit comment le niveau et le moment du stress causé par le froid affectent la germination de la semence et sa levée. On discute aussi comment réduire ces stress dans des environnements difficiles.

Température optimale tôt durant la croissance

Le maïs est une culture de régions chaudes et c'est sous ces conditions qu'il pousse le mieux. En Amérique du Nord, le semis hâtif impose un stress aux plantules de maïs. Pour mieux comprendre la croissance optimale du maïs, on a fait germer trois hybrides de différentes maturités (hâtive, moyenne et tardive) sous des températures allant de 59 à 95 °F (15 à 35 °C). Le taux de croissance des racines et des tiges ont été mesurés. On a établi les moyennes des trois hybrides pour déterminer la température optimale de la croissance du maïs. Les tiges et les racines ont toutes deux connu leur croissance la plus rapide à 86 °F (30 °C). Ils ont poursuivi leur croissance rapide à 95 °F (35 °C). Cela indique que la germination et la levée optimales surviennent à des températures du sol beaucoup plus élevées que celles retrouvées dans les régions productrices de maïs. (figure 1).

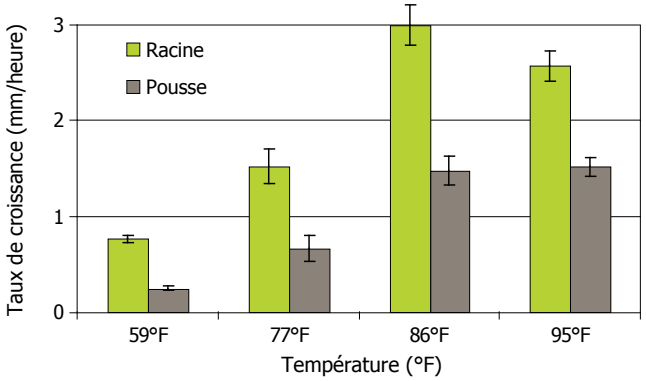


Figure 1. Taux moyens de croissance des racines et des plantules de trois hybrides sous quatre températures du sol allant de 59 à 95 °F.

Différenciation génétique concernant la levée en milieu froid

Les températures du sol après le semis sont une bonne indication du niveau de stress. Les populations peuvent être réduite lorsque les températures moyennes du sol sont sous 50 °F (figure 2). Pour aider les producteurs à gérer le risque tôt en saison, Pioneer fournit des cotes de stress à la levée (SL) pour tous ses hybrides commercialisés en Amérique du Nord. Choisir des hybrides porteurs de cotes SL élevées peut contribuer à réduire la vulnérabilité génétique de perte de population reliée aux températures froides du sol.

En 2009, les parcelles d'études de Pioneer sur le stress à la levée ont été exposées à une large gamme de conditions et de températures du sol stressantes. Pour démontrer comment les cotes SL reflètent l'établissement de la population au champ, les hybrides ont été regroupés sous deux catégories : « SL faible » (70 hybrides) et « SL élevé » (146 hybrides). Pour tous les hybrides, sur chaque site, à l'intérieur de chaque groupe, on a fait les moyennes des populations tôt en saison.

Au fur et à mesure que le niveau de stress augmentait, tant les hybrides à SL faible que ceux à SL élevé ont subi des pertes de populations. Toutefois, les hybrides détenteurs de cotes SL 6 ou 7 ont pu maintenir des populations plus élevées que ceux dont les cotes SL étaient de 3 et 4 (figure 2).

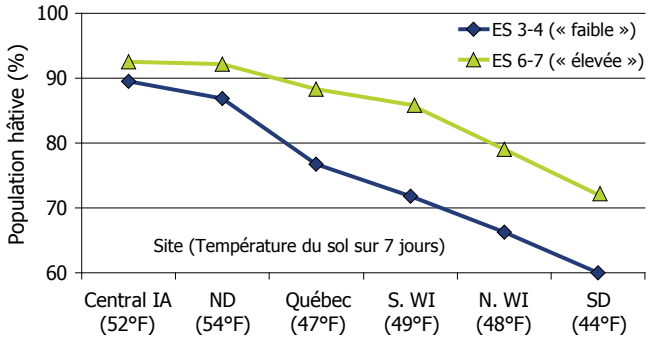


Figure 2. Moyenne d'établissement de la population pour des hybrides avec des cotes SL élevées et basses à six endroits de tests de stress à la levée, en 2009. Les endroits sont triés du moins stressant (gauche) au plus stressant (droit) selon la moyenne de la population tôt à la levée.

La date du semis demeure un facteur important de régie pour aider à minimiser les risques associés sous des conditions moins que optimales à la germination. Semer dans des sols froids et humides inflige un stress à la levée grain de maïs, tout comme semer juste avant une période de froid. Certaines années, le maïs peut être semé avant une pluie froide ou de la neige. Cela impose un stress très élevé sur la levée du maïs à cause de l'imbibition d'eau froide ou d'une exposition prolongée à des sols froids, saturés d'eau.

Impacts du stress du froid selon le moment de son durant la germination

Pour aider à comprendre l'importance du moment où le stress du froid se manifeste durant la germination, deux hybrides avec des cotes SL de 4 (sous la moyenne) et de 7 (au-dessus de la moyenne) ont été mis à germer, enroulés dans des serviettes, pour 0, 24, ou 48 heures à 77 °F (25 °C). Par la suite, les hybrides ont été exposés au stress causé par de la glace fondante pendant trois jours. On leur a laissé quatre jours pour récupérer à 77 °F (25 °C). Ces hybrides ont été évalués pour leur nombre de plantules normaux. Ce nombre a été inscrit en tant que pourcentage de germination (figure 3).

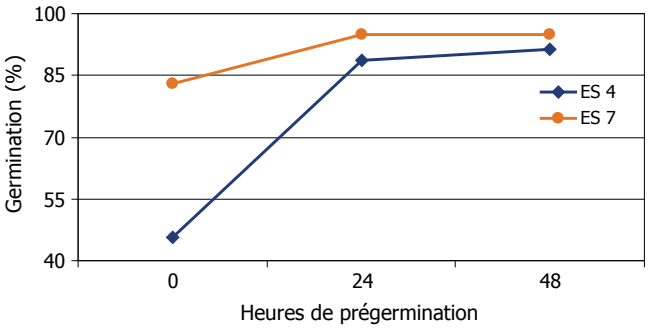


Figure 3. Germination des grains de maïs selon les cotes SL après l'exposition à un traitement à la glace suivant trois niveaux de prégermination dans des conditions chaudes.

Les deux hybrides ont démontré d'importantes pertes de populations lorsque le stress du froid a été imposé instantanément (0 heure). Cependant, l'hybride porteur d'une cote SL plus élevée a obtenu un meilleur pourcentage de germination que celui avec une cote SL inférieure. Le taux de germination des deux hybrides s'est grandement amélioré lorsqu'on leur a laissé absorber de l'eau et permis de germer à des températures plus chaudes pour au moins 24 heures avant d'ajouter de la glace.

Les données indiquent que semer avant un événement stressant comme une pluie froide ou une chute de neige peut causer une importante perte dans la population. Les chances d'établir une bonne population sont grandement améliorées si on permet aux hybrides de germer au moins un jour dans des conditions plus chaudes avant un événement de stress dû au froid. Aussi, choisir un hybride porteur d'une cote SL plus élevée peut aider à modérer les pertes de population causées par un stress.

La température joue un rôle aussi important durant la levée du maïs parce c'est durant cette période que le grain imbibe très rapidement la majorité de l'eau dont il a besoin pour germer. Pour illustrer la prise rapide de l'eau par le grain, on l'a submergé dans de l'eau à 50 °F pour trois heures. Puis, il a été pesé à des intervalles de 30, 60, 120 et 180 minutes pour déterminer la quantité d'eau imbibée (figure 4).

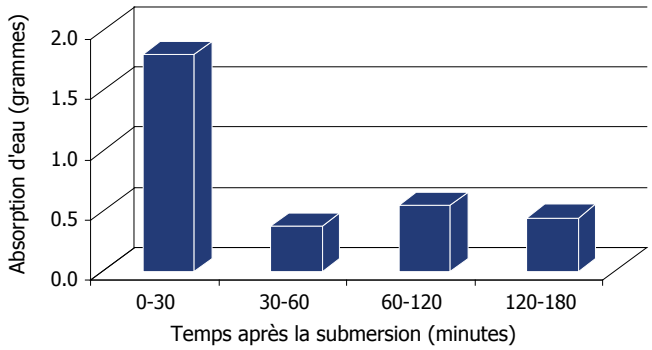


Figure 4. Quantité d'eau absorbée par le grain de maïs durant les trois premières heures après la submersion dans de l'eau à 50 °F.

Les données démontrent que le grain imbibe la majeur partie de l'eau en deçà de 30 minutes de son exposition à la saturation. Si l'imbibition survient à des températures froides, cela pourrait tuer le grain ou aboutir à des plantules anormaux. Les producteurs devraient non seulement tenir compte de la température du sol au moment de semer, mais aussi de celle qu'il fera quand la semence commencera à se remplir rapidement d'eau. Les grains semés dans des sols plus chauds et secs peuvent aussi être endommagés si la période sèche est suivie par des conditions froides et humides.

Fluctuations de la température du sol et levée

Souvent, au printemps, les producteurs peuvent semer plus tôt les champs plus sableux parce qu'ils sèchent plus rapidement que les sols plus lourds. Toutefois, des populations réduites ont souvent été constatées après un semis hâtif dans des sols sableux. Les sols sableux sont plus poreux et ont une capacité moindre de retenir l'eau que les sols plus lourds. Comme tel, ils tendent à afficher de plus grandes fluctuations de température, surtout par nuits claires où l'air est froid.

En 2009, sur un site de stress à la levée, dans un sol sableux près d'Eau Claire au WI, les températures ont été notées à deux pouces de profondeur dans le sol. Durant la première semaine après le semis, les températures du sol ont atteint des niveaux acceptables pour la croissance du maïs (plus de 50 °F). Toutefois, les températures du sol tôt le matin sont descendues aussi bas que 35° F (figure 5). Certains jours, la différence de température du sol entre 6 et 18 h atteignait près 20 °F. Sur ce site, en moyenne, on a observé une perte de population de 25 %. Cela indique que l'écart de température entre la nuit et le jour, après le semis, peut poser un autre stress lors de la germination du maïs. Les producteurs devraient prendre en compte les températures nocturnes prévues lorsque vient le temps de décider du moment de semer.

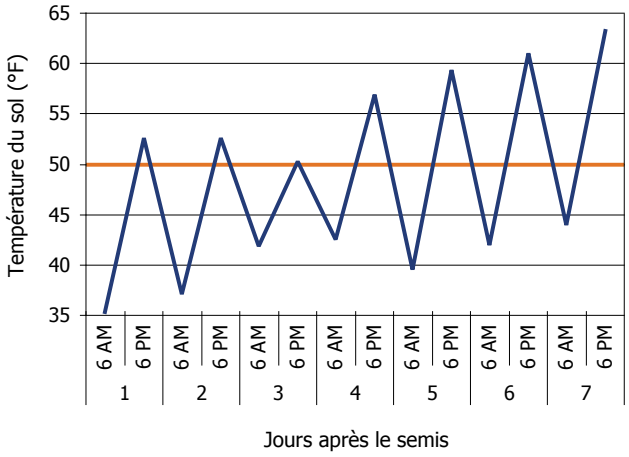


Figure 5. Températures du sol à 6 h et 18 h durant sept jours après le semis sur un site d'étude du stress à la levée, près d'Eau Claire, au Wisconsin, en 2009.

Impact des résidus sur la température du sol

Un autre facteur à considérer au moment de choisir la date pour semer est la quantité de résidus au champ. De grandes quantités de résidus peuvent présenter des défis. Au printemps, les résidus tendent à retenir un excès d'eau et à abaisser la température du sol de façon importante. Cela prive la semence de précieuses unités thermiques requise pour une germination rapide. Ces conditions peuvent aussi favoriser la maladie de la plantule, particulièrement dans les champs qui ne sont pas bien drainés ou qui possèdent une historique de fonte du semis.

En 2011, pour connaître les températures du sol tôt en saison dans un champ de labour en bandes près de Perry en Iowa, on a placé des capteurs de température. Un capteur a été placé dans la bande de semis dégagée (peu de résidus) et un autre a été placé entre deux rangs, sous les résidus. Les degrés-jours de croissance (DJC) ont été calculés à partir des données des capteurs de température pour obtenir une approximation du temps requis par le semis pour germer en présence de peu ou de beaucoup de résidus. En général, après la semence, approximativement 125 DJC au sol (DJC) sont nécessaires pour que le maïs lève. Du 1er au 30 avril, les

sols sous peu de résidus ont pu accumuler 99 DJC. Au cours de la même période, les sols voisins sous beaucoup de résidus ont accumulé seulement 28 DJC.

Même tard en mai, après la levée de la culture, à l'aide d'un thermomètre pour sol, dans le même champ, on a noté une différence de 11 °F le midi, entre un sol sous peu de résidus et un autre sous beaucoup de résidus (figure 6). L'utilisation de tasse résidus pour dégager les résidus des champs qui en présentent beaucoup permet d'obtenir des températures diurnes du sol plus chaudes et une accumulation plus rapide de DJC.

Figure 6. Une différence de 11 °F a été observée à midi, tard en mai 2011, au centre de l'Iowa, entre les sols sans résidus (gauche) et ceux sous un épais couvert (droite).

Trucs pour aider à atténuer les effets du stress hâtif à la levée

Le retard de la levée causé par le froid et des conditions humides prolonge la période durant laquelle la semence et la plantule sont plus vulnérables aux insectes et aux maladies du début de la saison. Les traitements de semences peuvent aider à protéger les populations contre la maladie et les insectes parasites. Dans les régions où la pression des nématodes ou des insectes (comme le ver gris ou le ver fil-de-fer) est élevée, les producteurs peuvent choisir d'ajouter la protection offerte par le traitement de semence Poncho[MD] 1250 + VOTiVO[MD]. Le traitement standard au Canada inclut de multiples fongicides et une composante insecticide.

La date de l'ensemencement est un des facteurs les plus importants dans l'établissement de la population. La probabilité d'une réduction de la population est la plus élevée lorsque l'on sème dans des sols froids, humides, et que de la pluie est prévue. Pour aider à atténuer le risque, prenez en compte les conseils suivants :

- Si une période de froid est prévue autour du temps choisi pour semer, il est recommandé de cesser de semer un ou deux jours avant. Il faut permettre au grain de s'hydrater dans des sols plus chauds, afin de minimiser le dommage causé par le froid.
- Dans les sols sableux, soyez conscient du fait que les basses températures nocturnes peuvent pousser les températures du sol sous les niveaux recommandés pour semer. Les grandes oscillations de température des sols plus légers peuvent aussi nuire à la levée.
- Si vous semez dans des champs avec beaucoup de résidus, pensez à la possibilité d'utiliser le travail du sol en bandes, ou d'utiliser des tasse résidus, afin que le sol se réchauffe plus rapidement.
- La sélection d'hybrides porteurs de cotes de levée plus élevées et le bon traitement de semence peuvent contribuer à réduire le risque associé au semis dans des conditions de stress dû au froid.

L'optimisation des taux de semis dans le maïs

Les taux moyens de semis utilisés par les producteurs du Canada et des É.-U. sont passés d'environ 23 000 plants/acre en 1985 à près de 31 000 plants/acre présentement. Approximativement, il s'agit d'un accroissement de 300 plants/acre par année. Au cours de la même période, aux É.-U., les rendements moyens se sont accrus d'environ 105 bo/acre pour atteindre 160 bo/acre ou une augmentation de 2 bo/acre par année. Ces tendances parallèles suggèrent que les taux de semis croissants ont joué un grand rôle dans l'accroissement des rendements dans le maïs au cours des 25 dernières années.

L'optimisation du taux de semis est essentielle à l'atteinte des meilleurs rendements et des plus grands profits. Les taux moyens diffèrent grandement par état, par niveau de productivité du champ, selon l'hybride, et la préférence du producteur. Les superficies semées à 33 000 plants/acre ou plus approchent près de 35 % en Amérique du Nord. Elles ont augmenté de 15 pour cent au cours des quatre dernières années (figure 1).

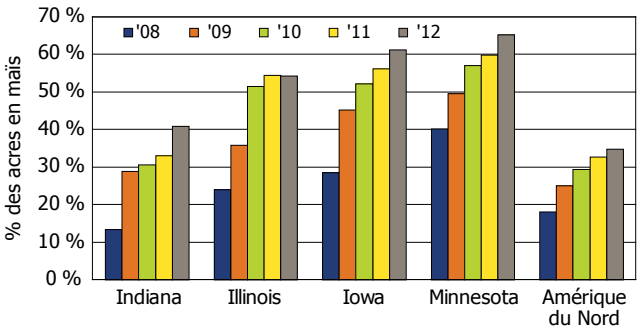


Figure 1. Pourcentage des acres en maïs avec des taux de semis supérieurs à 33 000 plants/acre dans les principaux états producteurs de maïs dans toute l'Amérique du Nord. (Référence : Étude Pioneer sur la concentration)

Taux de semis optimal par hybride

Chaque année, les chercheurs en agronomie de DuPont Pioneer étudient les réponses des populations de plants dans de multiples environnements partout au Canada et aux É.-U. Les courbes de réponse de population individuelle d'hybride qui suivent sont dérivées de ces études. Dans ces graphiques, le « taux optimal de semis » (représenté par le triangle sous chaque courbe) est le taux de semis où la profitabilité maximale est atteinte lorsque l'on prend en considération le coût de la semence, le prix du maïs et le rendement.

Pour chaque graphique, il existe trois courbes possibles, représentant les données groupées selon les niveaux de rendements de plus de 200 bo/acre, entre 150 et 200 bo/acre, et sous 150 bo/acre (voir la légende ci-dessous). Les optimums économiques ont été calculés en utilisant un coût d'achat de la semence de 3,10 $/1 000 grains et un prix du maïs de 6,25 $/bo. Un surplus de taux de semis de 5 pour cent est prévu pour obtenir la population de plants désirée.

Légende pour les courbes de réponses des populations d'hybrides

Plage de rendement	Optimum estimé Taux de semis économique
Élevé : > 200 bo/acre	▲
Moyen : 150 - 200 bo/acre	▲
Faible : < 150 bo/acre	▲

Prix du maïs ($/bo)	6,25 $
Coût/semence ($/1 000 grains)	3,10 $
Taux ajusté pour perte de pop. :	5 %

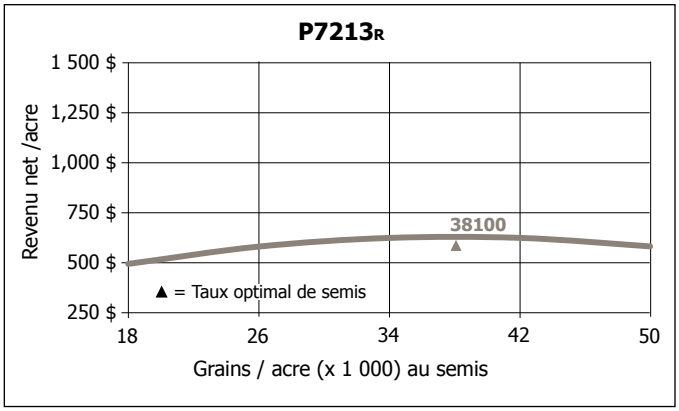


Figure 2. P7213R (72 MRM, RR2) réponse au taux de semis.

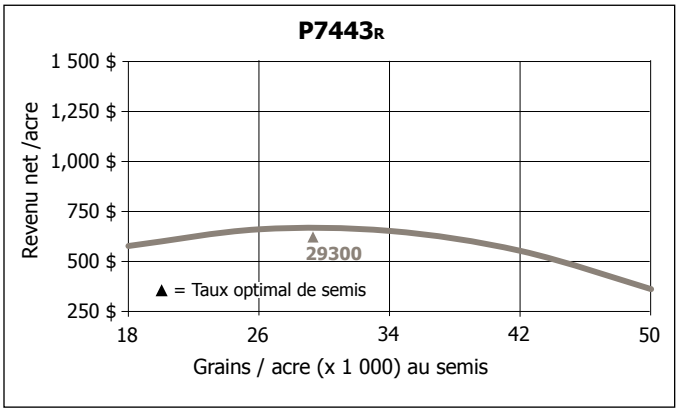


Figure 3. P7443R (74 MRM, RR2) réponse au taux de semis.

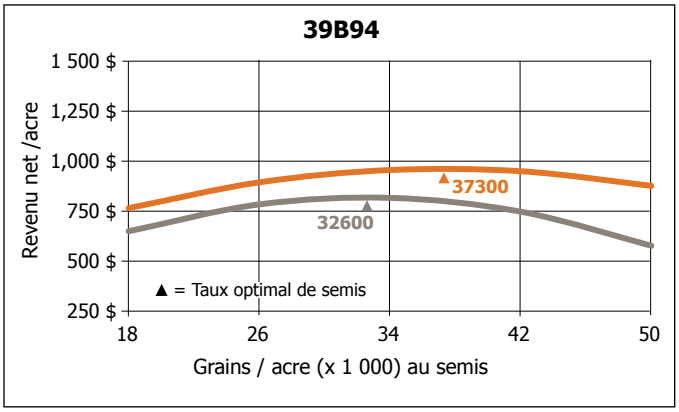


Figure 4. 39B94 (79 MRM, HX1, LL, RR2) réponse au taux de semis.

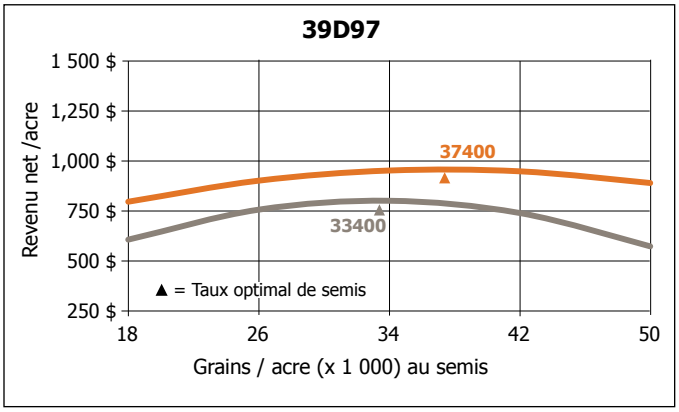


Figure 5. 39D97 (79 MRM, HX1, LL, RR2) réponse au taux de semis.

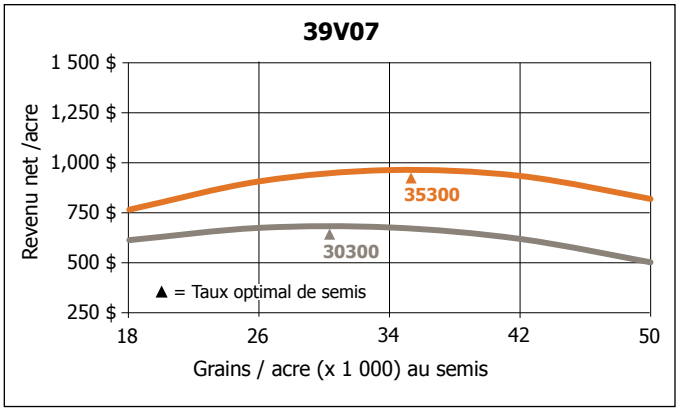


Figure 6. 39V07 (80 MRM, HX1, LL, RR2) réponse au taux de semis.

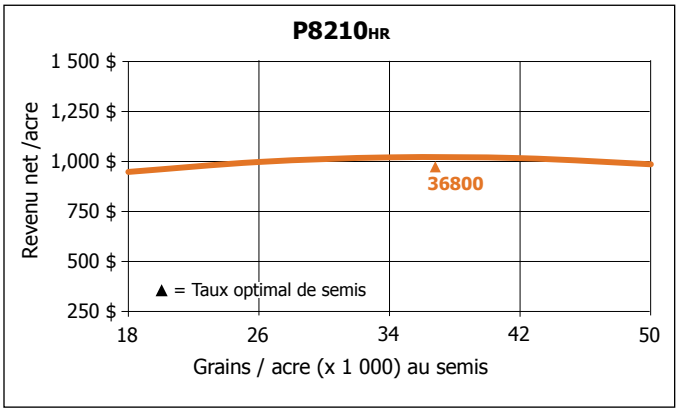


Figure 7. P8210HR (82 MRM, HX1, LL, RR2) réponse au taux de semis.

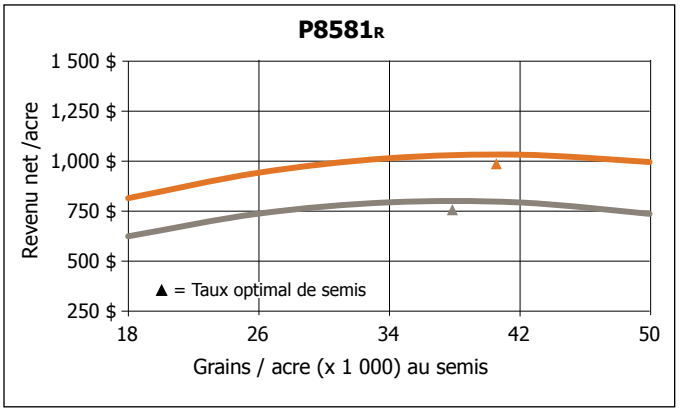


Figure 8. P8581R (85 MRM, RR2) réponse au taux de semis.

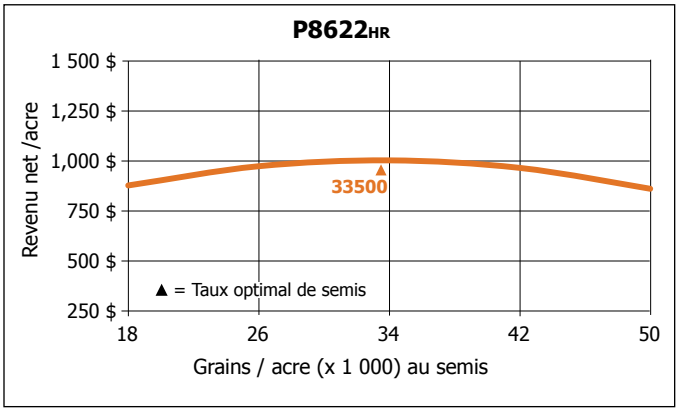


Figure 9. P8622 (86 MRM, HX1, LL, RR2) réponse au taux de semis.

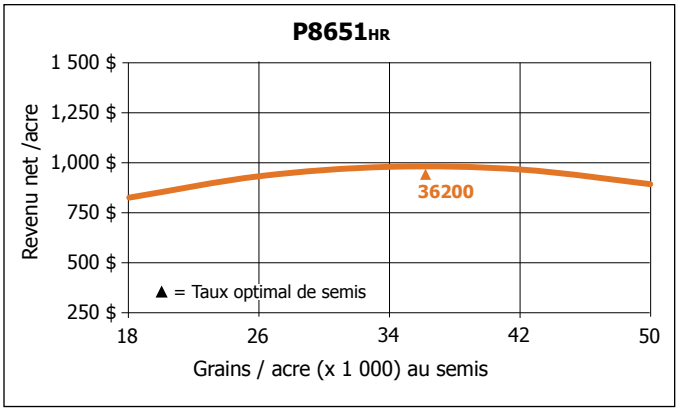


Figure 10. P8651HR (86 MRM, HX1, LL, RR2) réponse au taux de semis.

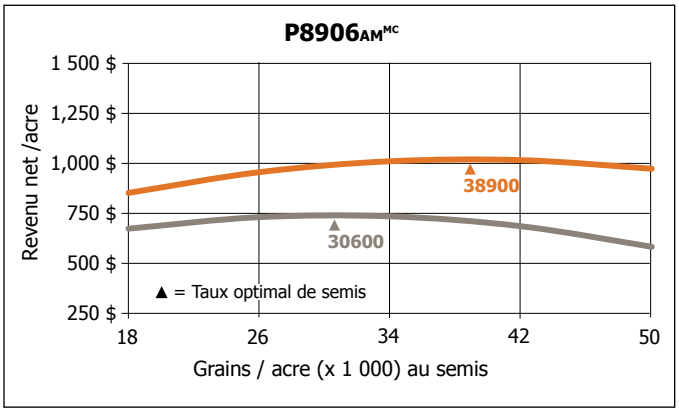


Figure 11. P8906AM^MC (89 MRM, AM, LL, RR2) réponse au taux de semis.

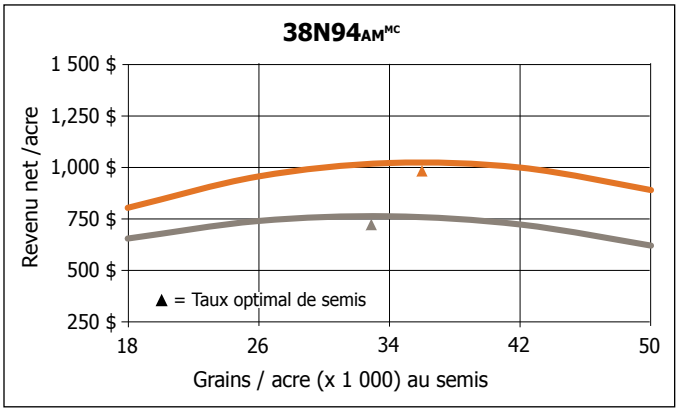


Figure 12. 38N94AM^MC (92 MRM, AM, LL, RR2) réponse au taux de semis.

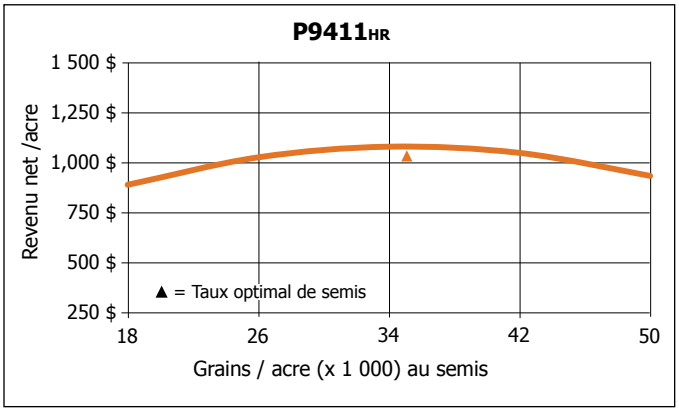


Figure 13. P9411HR (94 MRM, HX1, LL, RR2) réponse au taux de semis.

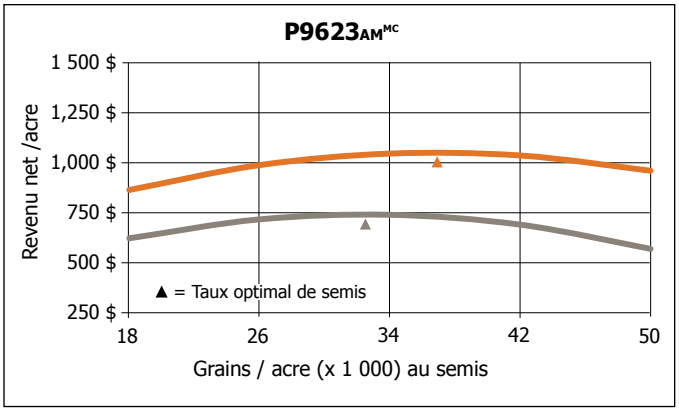


Figure 14. P9623AM^MC (96 MRM, HX1, LL, RR2) réponse au taux de semis.

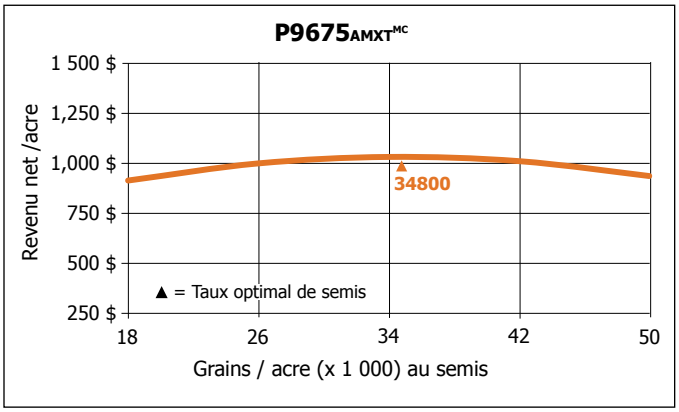


Figure 15. P9675AMXT^MC (96 MRM, AMXT, LL, RR2) réponse au taux de semis.

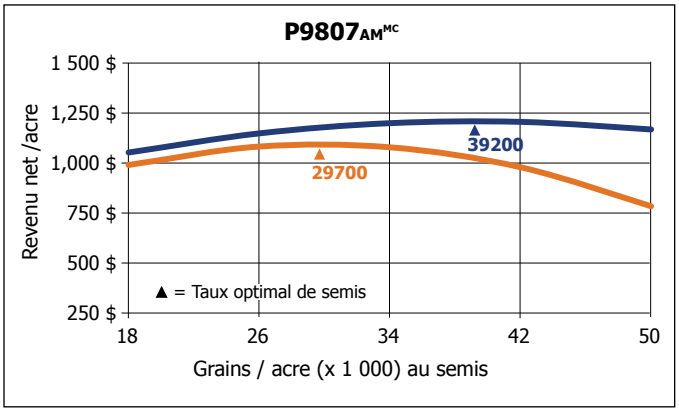


Figure 16. P9807AM^MC (98 MRM, AM, LL, RR2) réponse au taux de semis.

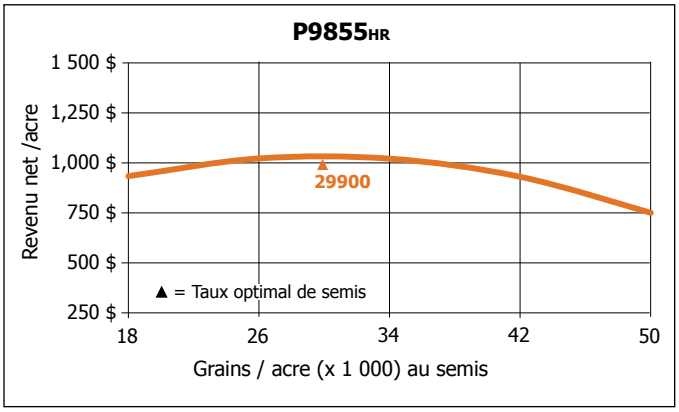


Figure 17. P9855HR (98 MRM, HX1, LL, RR2) réponse au taux de semis.

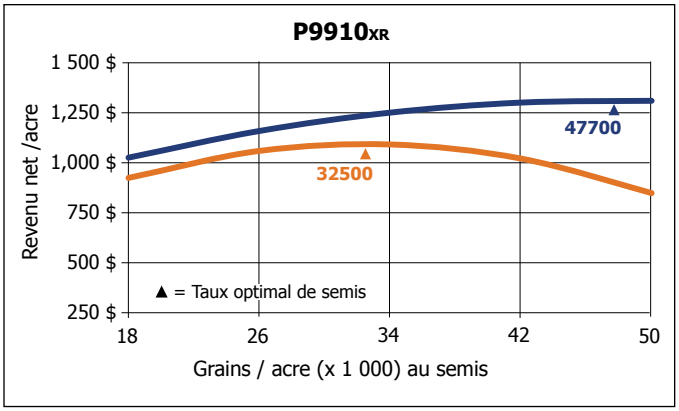


Figure 18. P9910XR (99 MRM, HX1, LL, RR2) réponse au taux de semis.

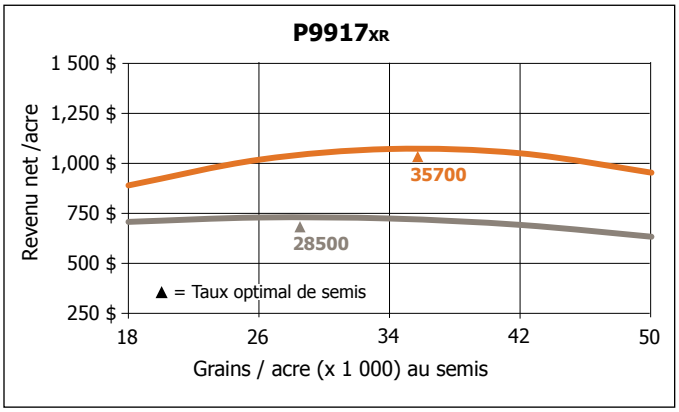


Figure 19. P9917XR (99 MRM, HX1, LL, RR2) réponse au taux de semis.

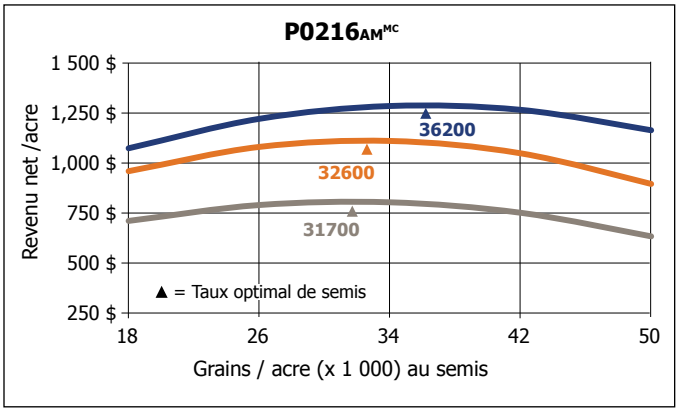


Figure 20. P0216AMMC (102 MRM, AM, LL, RR2) réponse au taux de semis.

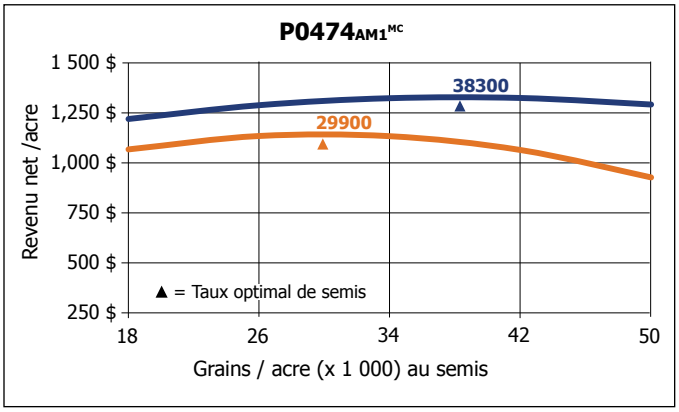


Figure 21. P0474AM1MC (104 MRM, AM1, LL, RR2) réponse au taux de semis.

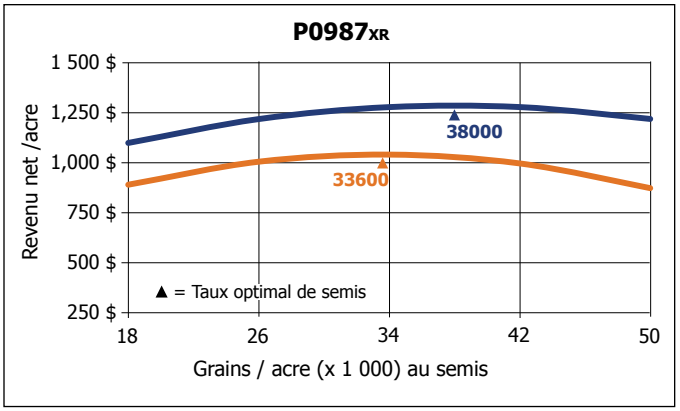


Figure 22. P0987XR (109 MRM, HX1, LL, RR2) réponse au taux de semis.

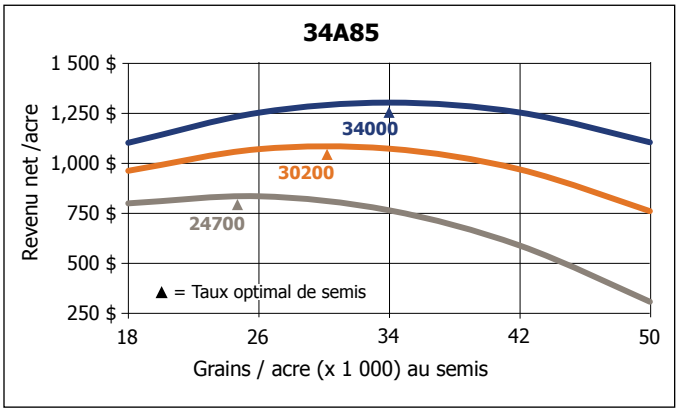


Figure 23. 34A85 (109 MRM, RR2) réponse au taux de semis.

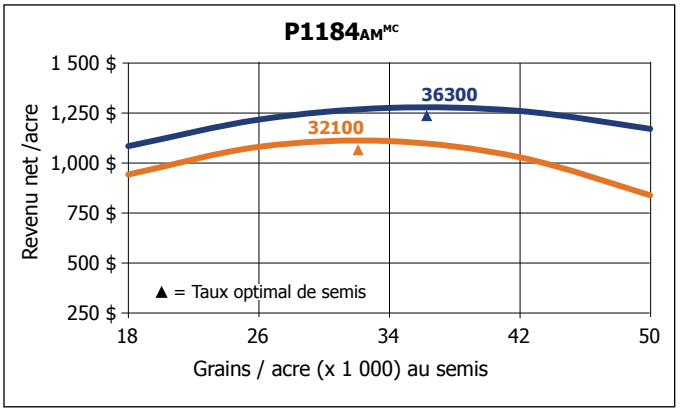


Figure 24. P1184AMMC (111 MRM, AM, LL, RR2) réponse au taux de semis.

Variations du rendement dans le maïs sur la largeur du planteur

Principales conclusions de la recherche

- En 2011, les chercheurs de DuPont Pioneer ont effectué des essais à la ferme pour déterminer la variabilité des rendements dans le maïs selon la compaction du sol par les roues sur la largeur du semoir.
- Les rendements moyens des rangs semés par les sections extérieures étaient significativement plus élevés que ceux semés par la section du centre, et ce à neuf sites d'essais sur douze.
  - En moyenne, sur tous les sites, les sections extérieures ont donné 11,3 bo/acre de plus que les sections du centre.
- Ces conclusions démontrent que la variation de rendement due à la compaction entre les rangs sur la largeur du semoir pourrait injustement biaiser les essais avec semoir comportant deux sections.
- Les producteurs devraient éviter de séparer les passages du semoir en plus de deux bandes pour assurer le plus de précision possible aux comparaisons de rendement.

La compaction excessive du sol peut réduire le rendement en restreignant la croissance de la racine et en limitant l'infiltration de l'air et de l'eau dans la zone racinaire. La circulation des roues est une source courante de compaction. Le plus fréquemment elle est reliée aux gros équipements à la récolte, surtout lorsque le sol est humide. Toutefois, la compaction du sol par les roues survient aussi entre les rangs durant le semis.

Une recherche précédente a démontré que, pour empêcher la croissance du plant, la compaction du sol n'est pas seulement limitée à l'espace directement sur le rang. La compaction qui survient entre les rangs au moment de semer peut aussi diminuer le rendement. Le recherche menée au début des années '90 sur les effets sur le rendement par la circulation des roues entre les rangs a démontré que les rangs sans passage de roues dans les entre-rangs adjacents produisaient davantage que les rangs où les roues avaient circulé dans un ou les deux espaces adjacents entre les rangs (Kaspar et coll., 1995).

Les équipements plus gros et plus larges augmentent le potentiel de compaction au moment de semer. La compaction tend aussi à être plus variable dans les champs où des semoirs plus larges sont utilisés, vu que les traces laissées par les roues du tracteur affectent une proportion plus petite de la surface de la largeur du semoir. Les semoirs à remplissage central peuvent exacerber cet effet par la concentration du poids du trafic des roues au centre du passage du semoir.

Objectifs de la recherche

En 2011, DuPont Pioneer a effectué douze essais à la ferme au Minnesota pour observer la variabilité des rendements dans le maïs selon la compaction du sol occasionné par le trafic des roues sur la largeur du semoir. L'étude visait à :

1. Évaluer les rendements en maïs sur toute la largeur des gros semoirs modernes en comparant ceux de la section centrale, où le trafic des roues est concentré, à ceux des sections latérales.
2. Déterminer les implications sur les meilleures pratiques au moment de mettre en place des essais où le semoir est divisé en deux.

Description de l'étude

Endroit et traitements

En 2011, douze expériences en bandes sur la longueur du champ ont été menées sur des fermes du sud du Minnesota (figure 1). Sur chaque site, un seul hybride a été utilisé pour toute l'étude. Le nombre de répétitions variait de 3 à 18 selon le site. Tous les essais ont été récoltés au moyen d'une tête à maïs dont la largeur était le tiers de celle du semoir. Les rangs correspondant au deux tiers extérieurs des passages du semoir (ou sections latérales) ont été récoltés et leur rendement moyen a été comparé à celui des rangs du tiers central du semoir (ou section centrale). Il serait bien de noter qu'après le passage du semoir, les sections centrales du passage subissent une circulation additionnelle des roues du pulvérisateur, celles des applications de fertilisants, etc. Ces passages n'ont pas fait l'objet d'une caractérisation dans cette étude.

Configuration des semoirs

Cette étude comptait trois configurations de semoirs :

- 36 rangs, 22 pouces d'espacement, remplissage central (3 sites)
- 48 rangs, 20 pouces d'espacement, boîte individuelle/rang (4 sites)
- 36 rangs, 20 pouces d'espacement, remplissage central (5 sites)

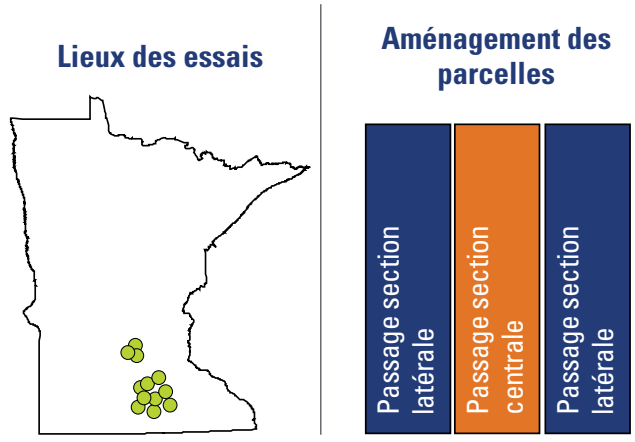


Figure 1. Le lieu des sites et aménagement des parcelles pour les essais de rendement selon la largeur du semoir. Étude menée au sud du Minnesota en 2011. Le nombre de répétitions variait selon le lieu.

Résultats

- Les résultats de cette étude démontrent que le rendement varie selon la largeur du semoir.
  - À 9 sites sur 12, les rendements moyens en maïs des sections latérales étaient significativement plus élevés que ceux des rangs de la section centrale.
  - La différence de rendement entre les sections latérales et celle du centre variait selon le site. La moyenne de la différence tous sites confondus était de 11,3 bo/acre (figure 2).
  - La variation en rendement d'un site à l'autre était prévue, car le degré de compaction du sol dû en raison de la circulation des roues varie selon l'humidité du sol. L'impact sur le rendement de la circulation des roues au semis devrait varier avec les environnements selon les conditions du sol.

Il est important de noter que tous les sites de cette étude ont été semés avec des rangs étroits (20 et 22 pouces). Puisque le maïs semé en rangs étroits se trouve plus près de la trace compactée laissée par le passage des roues sur le milieu du rang, il est possible que l'effet général de cette compaction sur le rendement soit plus grand que dans des rangs de 30 pouces.

Conclusions

Les résultats de cette étude confirment les conclusions d'une étude précédente à l'effet que la compaction du sol créée entre les rangs au moment de semer réduit le rendement en maïs dans les rangs adjacents, créant ainsi une variabilité du rendement sur la largeur du semoir.

Malheureusement, sauf que d'éviter de semer lorsque le sol est trop humide, les producteurs peuvent peu pour réduire la compaction entre les rangs au moment de semer. Cependant, il est important de connaître les effets sur le rendement lorsqu'on effectue une comparaison au moyen d'un semoir subdivisé :

- Si le semoir est subdivisé en trois sections ou plus, ce qui est commode compte tenu de la taille des semoirs modernes, les résultats de ces essais pourraient être injustement biaisés par la différence de l'impact de la circulation des roues entre les bandes.
- En conséquence, les producteurs devraient éviter de séparer les passages du semoir en plus de deux bandes pour assurer le plus de précision possible aux comparaisons de rendement.

Références :

Carter, Paul. 1996. Wheel traffic between corn rows crop insights, Vol. 6, No. 22. Pioneer Hi-Bred, Johnston, IA.

Kaspar, T.C., S.D. Logsdon, et M.A. Prieksat. 1995. Traffic pattern and tillage system effects on corn root and shoot growth. Agron. J. 87:1046-1051.

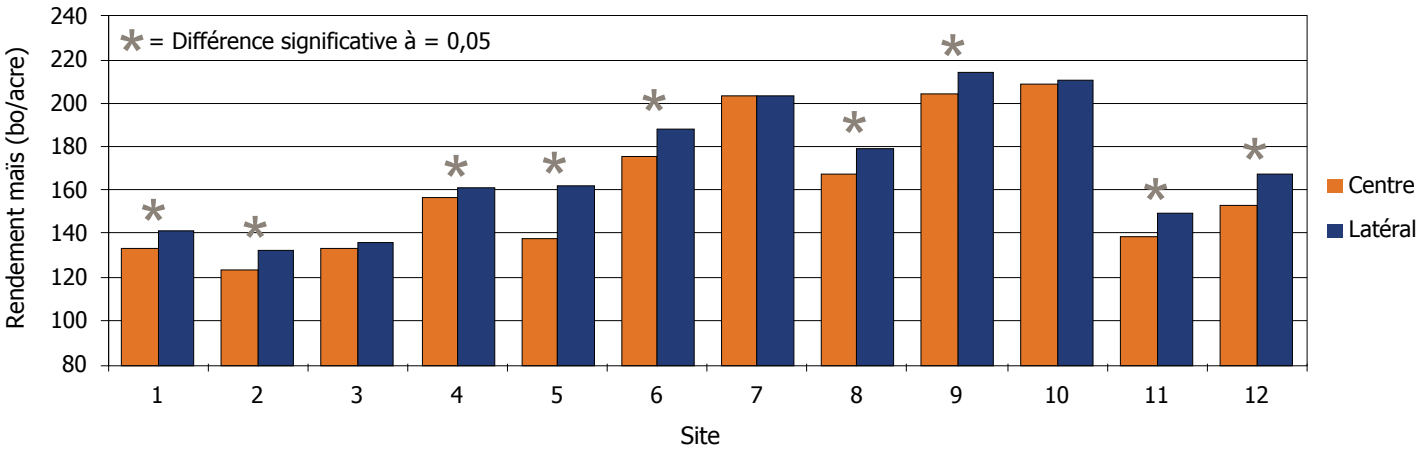


Figure 2. Différence de rendement en maïs, à la récolte, entre les passages des sections latérales et ceux de la section centrale sur douze sites d'essais en bandes sur la longueur du champ. Étude menée au sud du Minnesota en 2011. Les astériques dénotent les endroits où le rendement diffère significativement entre les sections latérales et la section centrale.

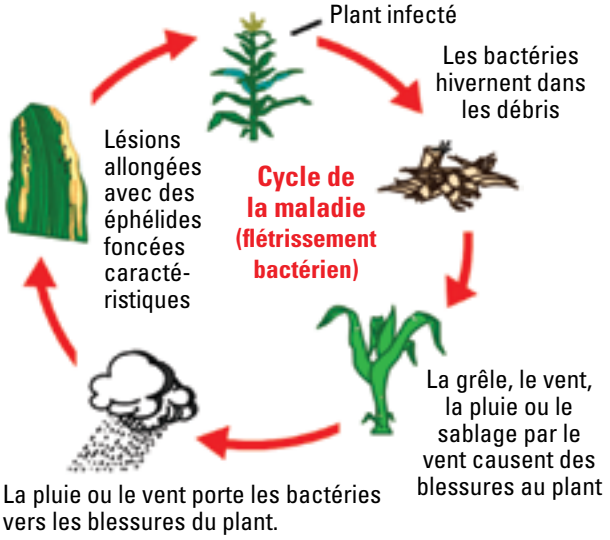
Notes

Faits concernant la maladie

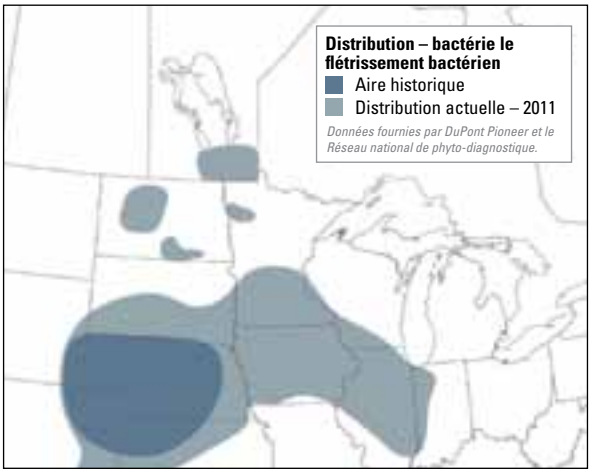
- La maladie est causée par un pathogène bactérien qui hiverne dans les résidus de maïs et de plusieurs graminées.
- Historiquement, le dommage au maïs a été limité surtout aux états des grandes plaines.
- Au cours des dernières années, on a rapporté des dommages importants causés aux cultures par la flétrissure de Goss dans les états au centre des états du Corn Belt, de même qu'au Manitoba, Canada (voir la carte à droite).
- Selon les conditions, la maladie peut causer seulement des problèmes mineurs ou dévastateurs avec perte de rendement allant jusqu'à 50 %.

Développement du flétrissement bactérien

- La bactérie infecte le tissu de la plante dans une blessure causée par le vent, la grêle, l'effet jet de sable, etc.
- Les lésions se développent le long des tissus vasculaires et peuvent progresser sous des conditions pluvieuses ou humides.
- La flétrissure de Goss peut nuire à la plante lors des premiers stades de croissance et se répandre à tout le couvert végétal après l'infection.
- Faire le dépistage des symptômes près du stade de l'apparition des soies.
- Le plant meurt prématurément ce qui réduit le rendement.
- La bactérie voyage des champs infectés vers les champs avoisinants sur des particules de sol ou de tige poussées par le vent.

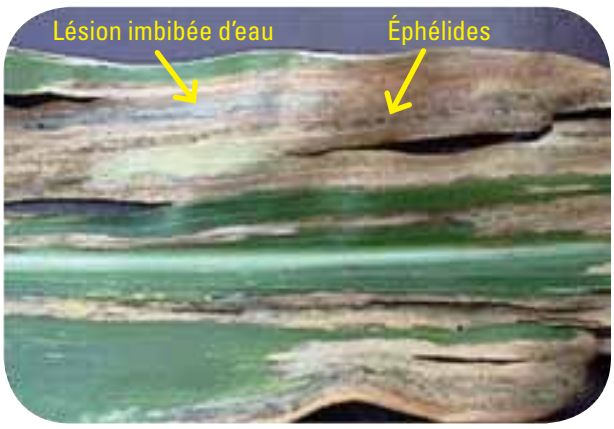

Plant infecté
Les bactéries hivernent dans les débris
Lésions allongées avec des éphélides foncées caracté-ristiques
Cycle de la maladie (flétrissement bactérien)
La grêle, le vent, la pluie ou le sablage par le vent causent des blessures au plant
La pluie ou le vent porte les bactéries vers les blessures du plant.

Présence de la flétrissure de Goss dans le maïs en Amérique du Nord.


Distribution – bactérie le flétrissement bactérien
Aire historique
Distribution actuelle – 2011
Données fournies par DuPont Pioneer et le Réseau national de phyto-diagnostique.

Symptômes le flétrissement bactérien

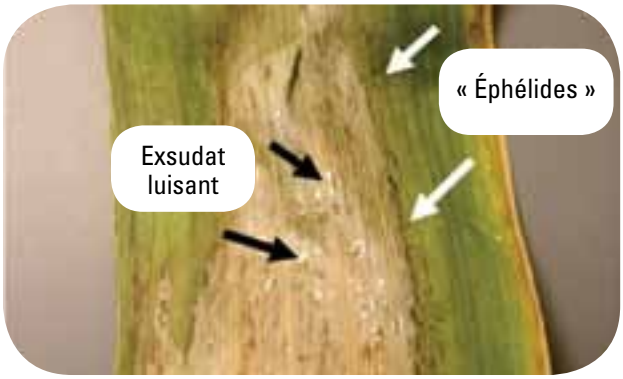
- Les symptômes hâtifs apparaissent sur la feuille comme de longues lésions de tissus gris-verdâtre, imbibée d'eau. Des lésions aux bordures imbibées d'eau qui progressent en ondulant.
- Des éphélides vert-foncé ou noir dans les lésions caractérisent la flétrissure de Goss.
- Sous des conditions pluvieuses et humides, l'exsudat de la bactérie ressemble à du blanc d'œuf luisant.
- Souvent, les symptômes apparaissent sur les feuilles supérieures du couvert végétal et progressent vers le bas sous des conditions pluvieuses.
- Souvent, les symptômes apparaissent en petites plaques sur le pourtour du champ exposé aux débris des champs avoisinants, portés par le vent.



Sciences Agronomiques Pioneer MD, MC, SM Les marques déposées, de commerce, et de service sont utilisées sous autorisation par Pioneer Hi-Bred limitée. © 2012 PHII.

Caractéristiques distinctives des lésions causées par le flétrissement bactérien

- Éphélides – points vert foncé à noir gorgés d'eau, souvent sur le pourtour de la lésion (flèches blanches).
- Exsudat luisant – suintement bactérien à la surface de la feuille et qui peut paraître luisant une fois séché (flèches noires).



Champ de maïs de l'hybride 39V05 (RR2) de marque Pioneer qui été semé dans un champ de maïs sur maïs qui était susceptible à la au flétrissement bactérien. Photo aérienne prise au mois d'août 2012 par Arty's Air Service, Winkler, Manitoba.

Croisement pour favoriser la résistance

- Dans l'ouest des É.-U., depuis des décennies, DuPont Pioneer fait de la détection et des croisements pour obtenir la résistance à la flétrissure de Goss.
- Au cours des dernières années, cette maladie bactérienne s'est propagée dans la partie nord du Corn Belt et au Manitoba.
- Au Canada, les chercheurs de DuPont Pioneer ont mis à profit la vaste expérience et le savoir accumulé mondialement dans la Société pour diagnostiquer, pour caractériser, et pour sélectionner de la génétique à maturité hâtive résistante.
- Ce travail mènera à l'amélioration de la résistance à la flétrissure de Goss chez les hybrides de maïs vendus dans l'Ouest canadien.

Les hybrides comptent des différences naturelles dans leur tolérance au flétrissement bactérien.

Ces photos démontrent différents hybrides de marque Pioneer qui affichent des niveaux variables de résistance à la flétrissure de Goss lors d'un essai PKP au Manitoba

Gestion de la flétrissure de Goss

1. Résistance génétique

- Utilisée comme principale méthode de gestion.
- Les chercheurs de Pioneer inoculent, trient et classent les hybrides pour la résistance.
- Les hybrides sont classés pour leur résistance sous condition d'infestation naturelle dans les états affectés.
- Au Manitoba, les chercheurs de Pioneer trient les hybrides localement pour accroître les niveaux de résistance.
- Voyez votre représentant DuPont Pioneer afin qu'il vous aide à sélectionner les hybrides appropriés pour vos champs.

2. Réduction des résidus dans le maïs

- La maladie peut devenir problématique dans les champs maïs sur maïs, où la quantité de résidus est élevée.
- La rotation des cultures est efficace pour réduire les résidus.
- Le travail du sol favorise la décomposition des résidus.

3. Maîtrise des mauvaises herbes graminées

- Plusieurs mauvaises herbes graminées abritent les bactéries, y compris la sétaire verte, l'échinochloa pied-de-coq, le sorgho commun, et autres.

4. Prévention et évitement

- Récolter et travailler le sol des champs infectés en dernier, puis nettoyer les équipements pour éviter de propager les pathogènes aux champs non infectés.

5. L'application d'un fongicide N'EST PAS efficace contre cette maladie bactérienne.

Sciences Agronomiques Pioneer MD, MC, SM Les marques déposées, de commerce, et de service sont utilisées sous autorisation par Pioneer Hi-Bred limitée. © 2012 PHII.

Synchronisation optimale du fongicide pour réduire l'accumulation du désoxynivalénol dans le grain de maïs

Victor LIMAY-RIOS et Art SCHAAFSMA
Université de Guelph, campus Ridgetown,
Ridgetown, Ontario, Canada

Introduction

Causée par le champignon *Fusarium graminearum*, la fusariose de l'épi est la maladie du maïs la plus importante associée à la contamination de mycotoxinique dans la région des Grands-Lacs en Amérique du Nord. L'infection par *F. graminearum* et l'accumulation de désoxynivalénol (DON) dans les grains sont fréquemment rapportées au sud-ouest de l'Ontario. Les porcs sont particulièrement susceptibles à l'ingestion de DON. Cela cause le refus de s'alimenter, la perte de poids et la suppression immunitaire qui peut les prédisposer à l'infection par les maladies.

Récemment, deux éclosions importantes de fusariose de l'épi ont été observées en Ontario, en 2006, et en 2011. Au cours de ces années, les concentrations moyennes de DON étaient plus élevées que la maximum tolérable dans le régime alimentaire porcin comme recommandé par l'Agence canadienne d'inspection des aliments. Ce sont aussi des niveaux problématiques pour l'industrie de l'éthanol. L'accumulation de DON dans le grain est associée à de fortes chutes de pluie et à des températures modérées durant la période allant de l'apparition des soies au remplissage du grain. Bien que les fongicides soient couramment utilisés contre la fusariose de l'épi dans le blé, jusqu'à tout récemment, aucun fongicide n'a reçu son homologation pour la maîtrise de *F. graminearum* dans le maïs. Nos expériences démontrent que l'utilisation d'une nouvelle génération de triazoles, y compris le prothioconazole et le metconazole, peut réduire les niveaux de contamination par DON dans le maïs-grain.

Description de l'étude

En 2010 et en 2011, des expériences répétées, contrôlées, ont été menées à petite échelle sur des parcelles irriguées par pulvérisation, de même que dans des essais commerciaux au champ à Ridgetown, en Ontario. Dans les essais irrigués par pulvérisation, 10 épis principaux de deux hybrides de maïs susceptibles ont été inoculés à deux reprises avec 1 mL de 2,0 x 104 de *F. graminearum* macroconidia à la sortie des soies et au début du brunissement des soies. Dans les essais au champ, la contamination naturelle a agit sur un seul hybride. La dose recommandée pour le prothioconazole (200 g m.a./ha) a été pulvérisée à différents stades de la sortie des soies, à l'élongation et à la sénescence, chez les hybrides susceptibles semés à la mi-juin. Dans les applications au champ, un pulvérisateur à dégagement élevé, équipé de buses à jet plat orientées vers les épis du maïs a été utilisé. Le pourcentage d'efficacité du prothioconazole a été évalué en comparant les niveaux moyens de DON dans les parcelles traitées par rapport à ceux des parcelles témoins sans traitement.

Résultats et discussion

Dans les essais de pulvérisation, aucune différence significative ($P<0.005$) n'a été détectée concernant le contenu en toxine des hybrides traités et les années. Une réduction hautement significative de la toxine a été observée lorsque le fongicide était appliqué au début du stade de l'apparition des soies et trois jours plus tard (toutes les soies présentes). La réduction moyenne a été de 58 et 67 % respectivement comparativement au témoin ($P<0.0001$, figure 1).

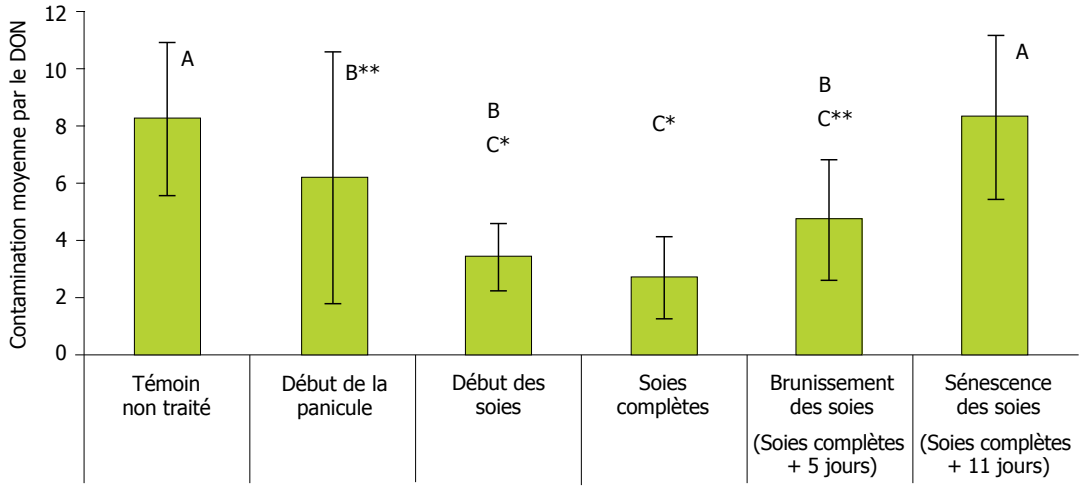
Épi de maïs affichant les symptômes de la fusariose de l'épi (moisissure rose entre les grains). L'infection commence habituellement sur le bout de l'épi.

Dans l'essai au champ, des différences significatives ont été notées entre les années et les traitements ($P<0.005$). Une réduction hautement significative de la toxine a été observée pour les deux années lorsque le fongicide était appliqué au début du stade de l'apparition des soies et trois jours plus tard (toutes les soies présentes). La réduction moyenne a été de 56 et 59 % respectivement, comparativement au témoin ($P<0.0001$, figure 2).

La sortie des soies constitue le facteur le plus important concernant l'efficacité du prothioconazole dans le maïs. Les résultats combinés de ces essais ont démontré que dans des conditions idéales, une réduction importante des niveaux de DON dans les grains récoltés a été obtenue en pulvérisant 200 g m.a/ha de ce fongicide à partir du début de l'apparition des soies jusqu'à ce qu'elles soient toutes sorties. Une réduction de la toxine a aussi été constatée au début de la sortie des soies (< 50 %) et au début du brunissement des soies (> 50 %). Aucune réduction de toxine n'a été détectée quand le fongicide a été pulvérisé à la sénescence des soies. Elles étaient sèches et brunes.

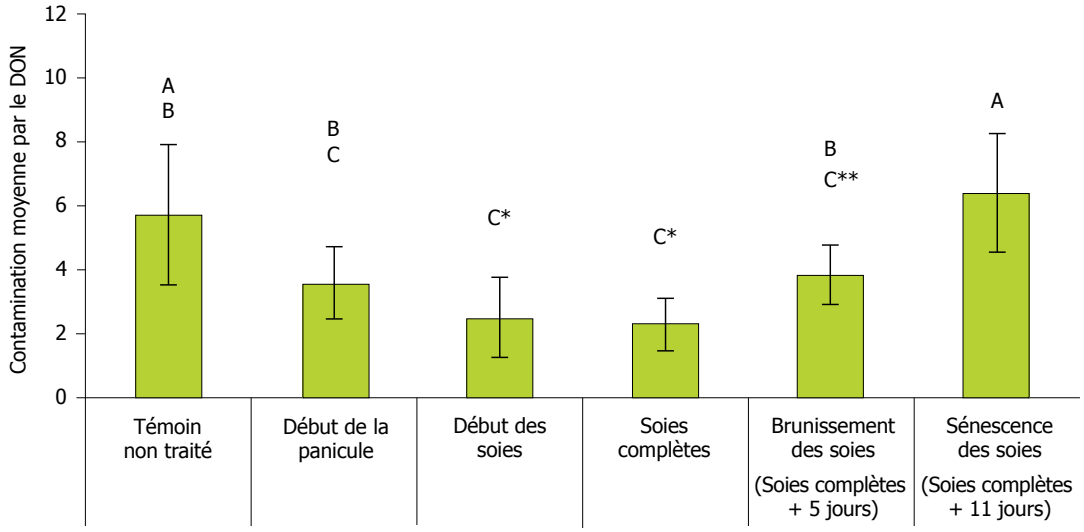
Ce que l'on ne sait pas encore, c'est la façon dont le fongicide interagit avec la génétique du maïs. Cependant, en se servant de l'expérience du blé d'hiver comme guide, on s'attend à ce que les meilleurs résultats pourraient être obtenus en combinant les hybrides qui ont une plus grande susceptibilité à une l'application bien synchronisée d'un fongicide. Bien qu'une réduction de 60 % d'une concentration élevée de la mycotoxine pourrait encore aboutir à un niveau élevé inacceptable de la mycotoxine dans le grain, cette approche vise à diminuer l'effet d'une mauvaise année, en offrant plus de chances de gérer, à la ferme, les lots de grain hautement contaminés.

Ces deux fongicides de la famille des triazoles (prothioconazole et metconazole) possèdent l'avantage additionnel de maîtriser les maladies de la feuille comme la rouille, l'helminthosporiose du Nord du maïs, la tache grise, et la tache oculaire. Donc, il est raisonnable de s'attendre à obtenir un rendement du capital investi basé sur la protection du rendement contre les maladies de la feuilles, avec le bénéfice supplémentaire d'une réduction du niveau de mycotoxine. Bien que les fongicides de type strobilurine comme Headline^{MD} soient efficaces pour la maîtrise des mêmes maladies de la feuille, ils sont inefficaces pour réduire les niveaux de mycotoxine. En fait, il existe des rapports publiés dans lesquels on indique qu'en réalité, les niveaux de mycotoxines dans le grain ont augmenté après qu'une strobilurine a été utilisée au stade de floraison de la culture.



*Les barres d'erreur indiquent l'écart type des deux hybrides, deux ans et quatre répétitions. Les moyennes à l'intérieur des mêmes traitements suivies par la même lettre ne sont pas différentes selon le test t protégé de Fisher de la différence la moins significative. * p <0.0001, ** p<0.005*

Figure 1. Essais par pulvérisation en 2010 et en 2011 : la réduction du désoxynivalénol chez deux hybrides après la pulvérisation de 200 g m.a./ha de prothioconazole à différents stades de croissance des soies et des grains.



*Les barres d'erreur indiquent l'écart type des deux hybrides, deux ans et quatre répétions. Les moyennes à l'intérieur des mêmes traitements suivies par la même lettre ne sont pas différentes selon le test t protégé de Fisher de la différence la moins significative. * p <0.0001, ** p<0.005*

Figure 2. Essais au champ en 2010 et en 2011 : la réduction du désoxynivalénol après la pulvérisation de 200 g m.a./ha de prothioconazole à différents stades de croissance des soies et des grains.

Notes

Effets de l'application foliaire d'un fongicide sur le rendement dans le maïs 2012

Contexte et objectif

- En 2012, des essais à la ferme ont été menés en Ontario, au Québec, et au Manitoba, afin de déterminer la réponse en rendement des hybrides de maïs traités avec un fongicide par rapport au même hybride n'ayant pas reçu de traitement fongique.

Description de l'étude

Aménagement de parcelle : Bandes de la longueur du champ
Répétitions : 1 à 2 par site
Sites : 29 sites en Ontario, au Québec, et au Manitoba
Traitements : Fongicide, non traité

- Les traitements ont été comparés au moyen du même hybride de maïs sur un site donné.
- Les maturités des hybrides variaient de 74 à 108 MRC (maturité relative comparée).
- Les produits fongiques testés comprenaient : Acapela[MC], Headline[MD], Proline[MD] et Quilt[MD].

Sites des essais à la ferme du fongicide foliaire en 2012.

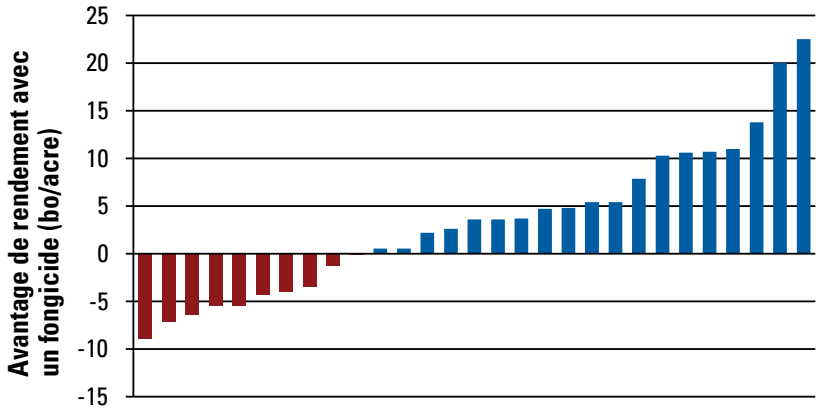
Conditions de croissance en 2012

- Beaucoup de ces sites ont subi un stress dû à la sécheresse, comme ce fut le cas pour une grande partie de la surface en maïs au Canada en 2012.
- Les maladies foliaires comme l'helminthosporiose du Nord du maïs et la tache grise profitent généralement de conditions très humides et de températures modérées. Donc, on s'attendrait à une pression moindre en période de sécheresse.

Résultats

- Sur tous les 29 sites d'essais à la ferme, le rendement en maïs s'est accru en moyenne de 3,4 bo/acre lorsque traité avec un fongicide.
- Une réponse positive du rendement a été observée chez 62 % des essais (18 sur 29).

Réponse en rendement à l'application d'un fongicide foliaire lors de 29 essais à la ferme



- Une étude précédente des essais de fongicides foliaires, menée entre 2007 et 2011 a révélé une réponse moyenne de rendement de 4,1 bo/acre à l'application d'un fongicide sur 67 essais tenus en Alberta, au Manitoba, en Ontario et au Québec.
- Une réponse moyenne en rendement de 7,0 bo/acre a été constatée sur 475 sites américains et canadiens entre 2007 et 2011.
- Compte tenu des conditions sèches vécues par beaucoup de régions en 2012, on pourrait s'attendre à ce que les fongicides foliaires offrent un avantage moindre que la moyenne.

Les données pour 2012 sont basées sur la moyenne de toutes les comparaisons effectuées sur 29 sites jusqu'au 20 novembre 2012. L'information provenant de plusieurs années et de plusieurs endroits constitue une meilleure variable explicative de la performance future. Veuillez ne pas utiliser ces données ou toutes autres données provenant d'un nombre limité d'essais comme un facteur important de décision pour choisir un produit. Les réponses du produit sont variables et sujettes à différentes pressions provenant de l'environnement, des maladies et des parasites. Les résultats individuels peuvent varier. Tous les produits sont des marques de commerce de leur fabricant respectif.

DuPont **Pioneer Sciences Agronomiques** Le logo ovale de DuPont, DuPont[mc], et Acapela[mc] sont des marques déposées ou de commerce de DuPont. [MD], [MC], [SM] Les marques de commerce et de service sont utilisées sous autorisation par Pioneer Hi-Bred limitée. © 2012, PHII

Effet du moment de l'application d'un fongicide foliaire sur le rendement en maïs 2011-2012

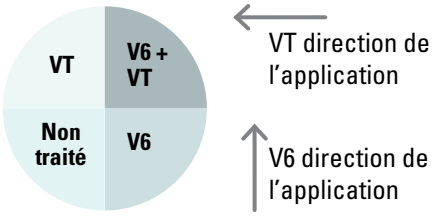
Objectif

- Comparer la réponse en rendement du maïs selon l'application d'un fongicide foliaire tôt ou tard en saison.

Description de l'étude

Sites : 38 essais à la ferme partout au Nebraska, au Kansas et dans l'est du Colorado en 2011 et 2012

Aménagement de parcelle : champs de 100 acres et plus, subdivisés en quatre

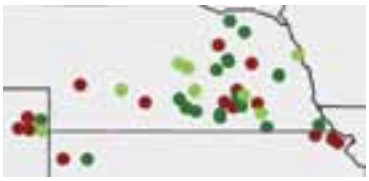


Hybrides : 18 hybrides (les traitements ont été comparés en utilisant le même hybride sur un site donné)

Traitements : Application d'un fongicide aux stades de croissance V6, VT, V6+VT

Avantage en rendement VT contre non-traité

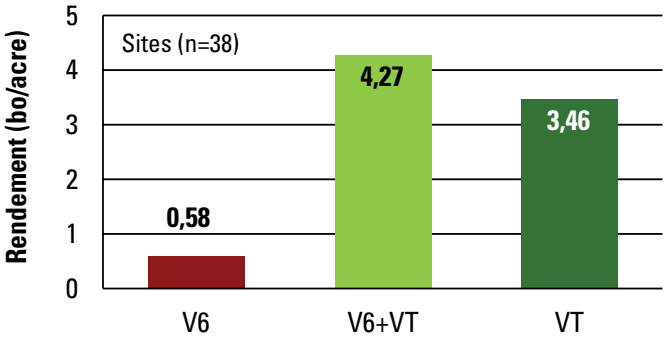
- $-11 < x \leq 0$
- $0 < x < 3{,}5$
- $3{,}5 \leq x$



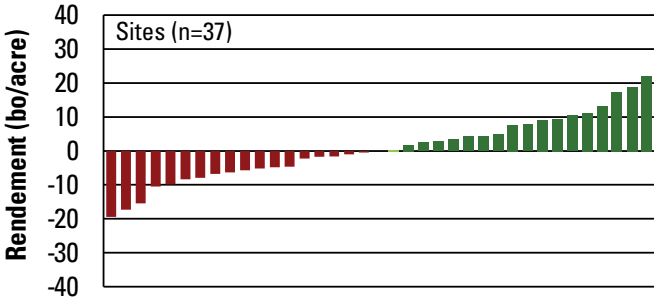
Résultats

- Généralement, en 2011 et en 2012, à tous les sites, la pression des maladies foliaires était faible.
- L'application d'un fongicide à V6 a été associée à une faible augmentation du rendement moyen sur tous les sites-années.
- L'application d'un fongicide foliaire au stade VT a résulté en une augmentation moyenne de 3,46 bo/acre parmi tous les sites-années.
- L'application séquentielle d'un fongicide foliaire à V6, suivie d'une autre application à VT a présenté un rendement moyen supérieur de 4,27 bo/acre parmi tous les sites-années.
- La réponse moyenne en rendement aux traitements incluant l'application d'un fongicide au stade VT a été sous les moyennes à long terme constatées dans d'autres études. Cela est probablement dû à la pression de la maladie inférieure à la moyenne en 2011 et 2012.

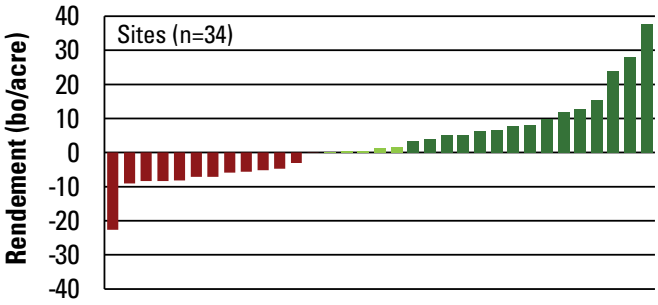
Réponse moyenne en rendement par traitement



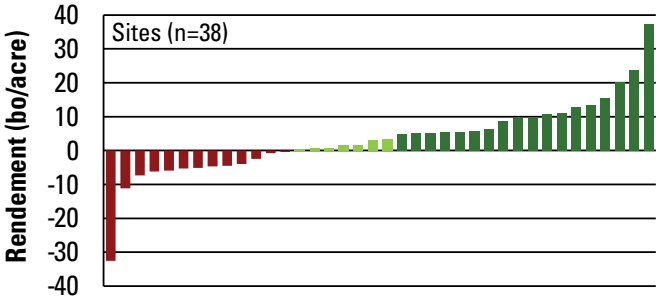
Réponse en rendement, application à V6 contre non traité



Réponse en rendement, application à V6+VT contre non traité



Réponse en rendement, application à VT contre non traité



Les données pour 2011-2012 sont basées sur la moyenne de toutes les comparaisons effectuées sur 38 sites jusqu'au 21 novembre 2012. L'information provenant de plusieurs années et de plusieurs endroits constitue une meilleure variable explicative de la performance future. Veuillez ne pas utiliser ces données ou toutes autres données provenant d'un nombre limité d'essais comme un facteur important de décision pour choisir un produit. Les réponses du produit sont variables et sujettes à différentes pressions provenant de l'environnement, des maladies et des parasites. Les résultats individuels peuvent varier.

DuPont **Pioneer Sciences Agronomiques** Le logo ovale de DuPont est une marque déposée de DuPont. MD, MC, SM Les marques déposées, de commerce, et de service sont utilisées sous autorisation par Pioneer Hi-Bred limitée. © 2012, PHII

Gestion des mauvaises herbes à l'ère de la résistance au glyphosate

En ce qui concerne la maîtrise des mauvaises herbes, on peut affirmer que les quinze dernières années appartiennent à « l'ère du glyphosate ». Dans le soya, le glyphosate a rapidement remplacé les autres herbicides. En 2002, il était utilisé sur 79 % des acres de soya aux É.-U. (Young 2006). Son adoption a été plus lente dans le maïs. Toutefois, en 2010, le glyphosate était devenu l'herbicide le plus utilisé avec 66 % des acres de maïs traitées aux É.-U. (USDA, NASS, 2011).

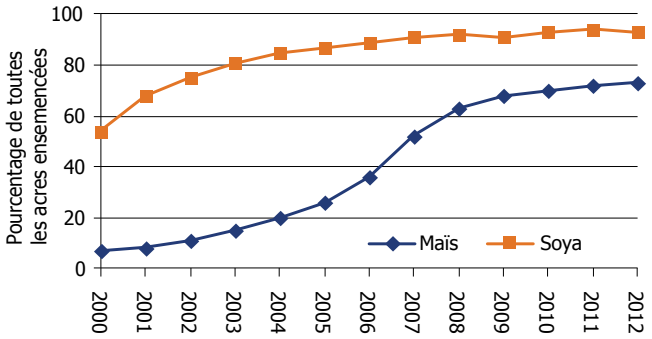


Figure 1. Acres de maïs et de soyas aux É.-U., ensemencées de cultures génétiquement modifiées pour résister aux herbicides (USDA ERS).

Beaucoup de régions font maintenant la transition vers une ère postglyphosate à cause des mauvaises herbes résistantes au glyphosate qui requièrent maintenant des outils de gestion additionnels ou alternatifs pour assurer une maîtrise satisfaisante. À ce jour, dans le monde, la résistance au glyphosate a été confirmée chez 24 espèces de mauvaises herbes, y compris 14 en Amérique du Nord (Heap 2012). Des populations de mauvaises herbes résistantes au glyphosate ont été confirmées dans 29 états et deux provinces canadiennes (figure 2).

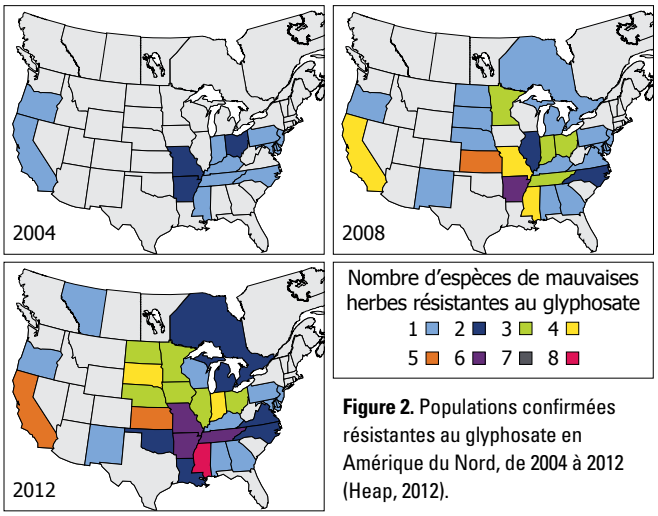


Figure 2. Populations confirmées résistantes au glyphosate en Amérique du Nord, de 2004 à 2012 (Heap, 2012).

Mauvaises herbes résistantes à plusieurs herbicides

Malgré l'augmentation rapide des cas de résistance au glyphosate au cours des dernières années, le glyphosate affiche une fréquence relativement faible de l'évolution de la résistance comparativement à beaucoup d'autres herbicides. Par exemple, le nombre d'espèces de mauvaises herbes porteuses d'une résistance au glyphosate (24) est encore relativement faible comparativement à celui des plantes résistantes aux inhibiteurs ALS (127) et à celui des plantes résistantes à la triazine (69). Les mauvaises herbes résistantes n'éliminent pas l'utilité du glyphosate;

Résistance multiple aux herbicides, une définition

Résistance à plusieurs herbicides résultant de deux (ou plus) mécanismes distincts de résistance qui surviennent dans le même plant.

Pour des années à venir, le glyphosate continuera d'être un outil important et utile pour la maîtrise des mauvaises herbes, fort probablement en combinaison avec d'autres herbicides. Toutefois, il existe un petit nombre de mauvaises herbes pour lesquelles la résistance à plusieurs herbicides laisse maintenant les producteurs avec peu d'options viables de maîtrise (voir tableau 1).

Tableau 1. Populations de mauvaises herbes à résistance multiple au glyphosate (dans le même plant) et un ou plusieurs autres modes d'action d'herbicides aux É.-U. et au Canada.

Espèce	État	Modes d'action
Amarante rugueuse	MO, IL[1]	Glyphosate, inhibiteurs d'ALS, inhibiteurs de PPO
	IL	Glyphosate, inhibiteurs d'ALS
	IL[2]	Glyphosate, inhibiteurs d'ALS, inhibiteurs de PPO, inhibiteurs de photosystème II
	IA	Glyphosate, inhibiteurs d'ALS, inhibiteurs de 4-HPPD
Amarante de Palmer	GA, MS, TN	Glyphosate, inhibiteurs d'ALS
Grande herbe à poux	OH, MN	Glyphosate, inhibiteurs d'ALS
Herbe à poux commune	OH	Glyphosate, inhibiteurs d'ALS
Collinsie	OH, ON	Glyphosate, inhibiteurs d'ALS
	MS	Glyphosate, paraquat
Kochia	AB	Glyphosate, inhibiteurs d'ALS

[1] (Hager, 2011), [2] (Bell et coll., 2009), tous les autres (Heap, 2012).

Les deux mauvaises herbes à résistance multiple les plus problématiques pour la production de cultures en Amérique du Nord sont deux espèces d'amarante, la rugueuse et de Palmer. L'amarante rugueuse résistante au glyphosate, aux inhibiteurs d'ALS, et aux inhibiteurs PPO devient de plus en plus commune dans l'Illinois (Hager 2011) et au Missouri. Une population résistante à ces trois modes d'action plus à celui des inhibiteurs de photosystème II (atrazine) a été notée en Illinois. En Iowa, une nouvelle forme de résistance a été ajoutée à la liste déjà impressionnante de l'amarante rugueuse lorsqu'une population résistante au glyphosate, aux inhibiteurs ALS, de même qu'aux inhibiteurs 4-HPPD a été découverte en 2011. Jusqu'à maintenant, la présence d'une amarante de Palmer résistante au glyphosate et aux inhibiteurs ALS n'a été notée que dans trois états du Sud. Toutefois, elle se propagera probablement dans le Sud, de même que dans la région du « Corn Belt » (Hager 2005).

Sur la liste des mauvaises herbes à résistance multiple suivent les espèces de la petite et grande herbe à poux. Des populations résistantes tant au glyphosate qu'aux inhibiteurs d'ALS ont été confirmées pour ces deux espèces. Le kochia à balais et la collinsie sont deux autres espèces de mauvaises herbes à résistance multiple importante. La résistance au glyphosate et aux inhibiteurs d'ALS s'est développée dans les populations de ces deux espèces. La collinsie résistante au glyphosate et au paraquat a été documentée au Mississipi.

Puisque, dans plus en plus de cas, le glyphosate n'est plus une alternative valable de maîtrise pour ces espèces de mauvaises herbes, les producteurs sont souvent forcés de se tourner vers des alternatives comptant sur des herbicides moins efficaces et flexibles. La dépendance croissante sur un nombre décroissant d'options de maîtrise chimique des pires espèces de mauvaises herbes à résistance multiple accélérera la vitesse à laquelle ces alternatives faillissent à la tâche. Cela peut mener à un manque de nouvelles options de maîtrise des mauvaises herbes problématiques.

La grande herbe à poux, une espèce porteuse de la résistance multiple.

Perspectives pour de nouvelles alternatives de maîtrises des mauvaises herbes

Découverte d'un herbicide : Depuis l'introduction de cultures résistantes au glyphosate en 1996, aucun nouveau mode d'action herbicide n'a été commercialisé. En fait, la plus récente classe d'herbicides à être mise en marché, les inhibiteurs HPPD ont été commercialisés voilà près de trente ans. De nouveaux produits herbicides ont continué d'être mis en marché, mais tous étaient soit de nouveaux prémélanges, ou des formulations nouvelles de matières actives existantes, ou encore de nouveaux ingrédients actifs appartenant à des classes d'herbicides existantes. Cela s'est produit alors que les ressources de l'industrie consacrées à concevoir de nouveaux modes d'action pour les herbicides ont beaucoup diminué au cours des dernières années (Duke, 2011) pour plusieurs raisons :

- L'adoption généralisée de cultures résistantes au glyphosate et de programmes de gestion des mauvaises herbes basés sur le glyphosate.
- Les réductions de prix après l'expiration des brevets du glyphosate et celle d'autres matières actives.
- Consolidation à grande échelle et rationalisation dans l'industrie de la protection de cultures, de 45 compagnies en 1970, 30 en 1980, 15 en 1990, 10 en 2000, et encore moins aujourd'hui.

Finalement, le coût croissant relié à la mise en marché d'un nouveau produit herbicide constitue un autre obstacle dans la conception de nouveaux modes d'action. En 2008, on évaluait à 248 millions de dollars les coûts totaux combinés de la découverte et de la conception d'un nouveau produit (Bomgardner, 2011). Avant d'être mis en marché, les produits font maintenant face à beaucoup plus d'étapes réglementaires que voilà quelques années lorsque les modes d'action actuels ont été conçus.

Élargissement des options avec les herbicides existants : Plusieurs nouveaux types de cultures résistantes aux herbicides qui seront mises en marché durant cette décennie permettront d'ajouter aux alternatives de maîtrise des mauvaises herbes avec les herbicides actuels. En général, ces cultures incluront la résistance à de multiples herbicides. Cela augmentera les alternatives de gestion des mauvaises herbes accessibles aux producteurs. Vu qu'il est peu probable qu'apparaissent de nouveaux modes d'action bientôt, les cultures résistantes à de multiples herbicides constituent le futur immédiat pour la maîtrise des mauvaises herbes. Ces technologies ajouteront aux options des producteurs pour affronter les mauvaises herbes résistantes. Toutefois, dans tous les cas, ces technologies reposent sur des matières actives au sujet desquelles la documentation indique des cas de résistance.

La résistance au glufosinate (LibertyLink[MD]) constitue une technologie alternative d'une culture résistante déjà offerte. Tous les hybrides de marque Pioneer® porteurs de la protection contre les insectes Herculex[MD] possèdent aussi le gène LibertyLink de résistance au glufosinate. Malgré leur capacité de le faire, les producteurs n'ont pas souvent utilisé le glufosinate pour maîtriser les mauvaises herbes, lui préférant le glyphosate. Au cours des dernières années, les soyas résistants au glufosinate sont devenus de plus en plus accessibles. Cela est dû principalement au besoin de maîtriser les amarantes à résistances multiples. L'utilisation limitée du glucosinate pour la maîtrise des mauvaises herbes n'a pas suscité l'intensité du niveau de sélection qu'a connu le glyphosate. Cependant, au cours des quelques dernières années, on a relevé des cas de résistance chez deux espèces de mauvaises herbes. Le premier cas de résistance connue a été détecté chez le pâturin annuel de Malaisie en 2009. Il s'agit d'une espèce reconnue depuis longtemps pour développer une résistance à plusieurs différents herbicides, y compris le glyphosate. L'année suivante, en Orégon, on découvrait de l'ivraie d'Italie résistante tant au glyphosate qu'au glufosinate.

Deux technologies à venir concernent des cultures résistantes aux herbicides à base d'auxines synthétiques, 2,4-D (Enlist[mc] système de maîtrise des mauvaises herbes) et Dicamba (Roundup Ready[MD] Xtend). Les herbicides à base d'auxines synthétiques ont été largement utilisés pour plusieurs années. On reconnaît qu'ils présentent relativement peu de risque de résistance (Gustafson 2008); cependant, de multiple cas de résistance des mauvaises herbes au 2,4-D, au Dicamba, ou aux deux ont été notés au cours de leur longue histoire.

La résistance au 2,4-D a d'abord été noté en 1957. Depuis, elle est survenue chez plusieurs espèces de mauvaises herbes, bien qu'il ne s'agit de mauvaises herbes importantes dans nos cultures commerciales en Amérique du Nord. L'amarante rugueuse est une exception qu'il vaut la peine de souligner. Une population résistante a été découverte en 2009 dans un champ de production de semence de graminées au Nébraska. Ce champ avait reçu une ou deux applications de 2,4-D annuellement durant plusieurs années (Bernards et coll., 2012).

La résistance au Dicamba a aussi été documentée chez de multiples espèces de mauvaises herbes, y compris le kochia à balais dans l'ouest des États-Unis et du Canada, et le chénopode blanc en Nouvelle-Zélande. La résistance chez le kochia à balais est notable à cause de l'existence de plusieurs populations résistantes au glyphosate dans la même région. Toutes les questions de résistance aux herbicides chez le chénopode blanc prennent une plus grande signification dû au fait de son omniprésence dans la plus grande partie du Corn Belt. À ce jour, la résistance au glyphosate du chénopode blanc n'est pas survenue, mais la variabilité de la réponse au traitement a été notée (Sivesind et coll., 2011).

Une autre résistance aux herbicides à venir est celle du soya résistant aux herbicides inhibiteurs de 4-HPPD (les ingrédients actifs dans des produits comme Callisto[MD], Laudis[MD], et Balance[MD] Flexx) fruits d'une collaboration entre Syngenta et Bayer. Les herbicides inhibiteurs de 4-HPPD sont relativement nouveaux. À ce jour, cela a limité leur présence sur la liste des mauvaises herbes qui leur résistent. Jusqu'à maintenant, la seule espèce de mauvaises herbes à démontrer une résistance est l'amarante rugueuse dont les premières populations ont été découvertes en 2009. Des populations résistantes ont maintenant été notées dans trois états du MidWest : Illinois, Iowa, et Nebraska. Des populations à résistance multiple aux inhibiteurs 4-HPPD, aux inhibiteurs ALS, et aux inhibiteurs PS II ont été confirmées dans l'Illinois et l'Iowa, et une population résistante aux inhibiteurs 4-HPPD, aux inhibiteurs ALS, de même qu'au glyphosate a été notée en Iowa.

Leçons concernant la résistance au glyphosate

Les mauvaises herbes résistantes au glyphosate nous ont appris une leçon : c'est qu'avec assez de temps et l'utilisation répétée, tous les herbicides sont exposés à l'évolution de la résistance chez les mauvaises herbes. La surutilisation de toutes nouvelles cultures résistantes aux herbicides la conduira à sa perte. De plus, rien ne garantit que d'autres solutions seront mises en marché très bientôt.

Résistance des mauvaises herbes aux herbicides utilisés sur les cultures, actuelles et à venir, résistantes aux herbicides

Glufosinate

- Le pâturin annuel résistant en Malaisie en 2009; l'ivraie d'Italie résistante tant au glyphosate qu'au glufosinate, découverte en Orégon en 2010.
- Jusqu'à maintenant, la faible utilisation du glufosinate a limité l'intensité de la sélection pour constater des mauvaises herbes résistantes; si l'utilisation du glufosinate devient répandue, il est probable que les cas de résistance augmenteront.

Dicamba

- La résistance est documentée chez plusieurs espèces de mauvaises herbes.
- Les cas qui valent la peine d'être mentionnées incluent le kochia résistant au Dicamba dans plusieurs états de l'Ouest, de même que le chénopode blanc commun en Nouvelle-Zélande.

2,4-D

- La résistance est documentée pour plusieurs mauvaises herbes, surtout à l'extérieur de l'Amérique du Nord.
- L'amarante rugueuse résistante au 2,4-D découverte au Nébraska en 2009.

Inhibiteurs de 4-HPPD (méotrione, isoxaflutole)

- La présence d'amarante rugueuse résistante au mésotrione est confirmée en Illinois, en Iowa et au Nébraska. La population en Iowa est résistante tant au mésotrione qu'à l'isoxaflutole.
- L'introduction relativement récente de ce mode d'action a limité l'intensité de la sélection de mauvaises herbes résistantes. Il est probable que les cas de résistance augmenteront.

La meilleure façon de prolonger l'utilité d'un herbicide est de ne pas l'utiliser exclusivement. Diversifier plutôt vos interventions au moyen d'une variété d'outils de gestion des mauvaises herbes dans le cadre d'un programme complet. La rotation ou la combinaison de modes d'action des herbicides est un pas important dans cette direction. Cela peut aider à réduire l'intensité de la sélection de n'importe quel ingrédient. La résistance multiple chez les mauvaises herbes peut en faire tout un défi.

Une stratégie vraiment intégrée devrait aussi incorporer des tactiques non chimiques. La maîtrise mécanique et la rotation des cultures constituent deux exemples de tactiques à la portée des producteurs. Toutefois, la faisabilité de l'utilisation de ces alternatives variera selon les caractéristiques du système de culture. La liste qui suit inclut plusieurs stratégies pour atténuer l'évolution et la propagation de la résistance aux mauvaises herbes.

Les meilleures pratiques pour gérer la résistance aux herbicides (Norsworthy et coll, 2012)

- Comprendre la biologie des mauvaises herbes en présence.
- Utiliser une approche diversifiée en ce qui a trait à la gestion des mauvaises herbes. Porter attention pour empêcher la production de semences par les mauvaises herbes et réduire les quantités de semences qu'elles emmagasinent dans le sol.
- Semer dans des champs libres de mauvaises herbes, et autant que possible, garder le champ dans cet état.
- Utiliser des semences sans mauvaises herbes.
- Faire du dépistage au champ sur une base régulière.
- Utiliser de multiples modes d'action qui sont efficaces contre les mauvaises herbes qui causent le plus de problèmes ou celles les plus susceptibles de résister aux mauvaises herbes.
- Appliquer la dose indiquée sur l'étiquette de l'herbicide selon la taille des mauvaises herbes.
- Insister sur l'utilisation de pratiques culturales qui favorisent la répression des mauvaises herbes en mettant à profit la capacité de la culture à leur faire concurrence.
- Là où ils conviennent, utiliser des moyens mécaniques et biologiques.
- Prévenir la propagation des mauvaises herbes d'un champ à l'autre ou à l'intérieur d'un champ en empêchant le mouvement des semences de mauvaises herbes ou de leurs propagules.
- À la récolte et après celle-ci, gérer les semences de mauvaises herbes pour prévenir la formation d'une réserve de leurs semences.
- Prévenir une invasion de mauvaises herbes dans le champ en surveillant ses limites.

Références :

Bell, M.S., P.J. Tranel, et A.G. Hager. 2009. Introducing quad-stack waterhemp: populations containing individuals resistant to four herbicide modes of action. North Central Weed Science Society Proceedings. 64:40.

Bernards, M.L., R.J. Crespo, G.R. Kruger, R. Gaussoin, and P.J. Tranel. 2012. A waterhemp (amaranthus tuberculatus) population resistant to 2,4-D. Weed Sci. 60:379-384.

Bomgardner, M.M. 2011. Germinating pesticides. Chem Eng News. 89(16):13-17.

Duke, S.O. 2011. Why have no new herbicide modes of action appeared in recent years? Pest Manag Sci. 68:505-512.

Gustafson, D. I. 2008. Mini-review: sustainable use of glyphosate in North America cropping systems. Pest Manag Sci. 64:409-416.

Hager, A. 2005. Palmer amaranth: today's pigweed of concern. The Bulletin. University of Illinois.

Hager, A. 2011. Herbicide-resistant weeds in Illinois: a cause for concern. The Bulletin. University of Illinois.

Heap, I. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. En ligne. Internet. Le 10 octobre 2012,

Norsworthy et coll. 2012. Reducing the risks of herbicide resistance: best management practices and recommendations. Weed Sci. Numéro spécial : 31-62

Sivesind, E.C., J.M. Gaska, M.R. Jeschke, C.M. Boerboom, et D.E. Stoltenberg. 2011. Common lambsquarters response to glyphosate across environments. Weed Technol. 25:44-50.

USDA ERS. 2012. Genetically engineered varieties of corn, upland cotton, and soybeans by state and for the United States, 2000-12 [dataset].

USDA NASS. 2011. Agricultural chemical use: corn, upland cotton and fall potatoes 2010.

Young, B.G. 2006. Changes in herbicide use patterns and production practices resulting from glyphosate-resistant crops. Weed Technology. 20:301-307.

Réponse du soya à une gestion intense de la fertilisation 2012

Objectif

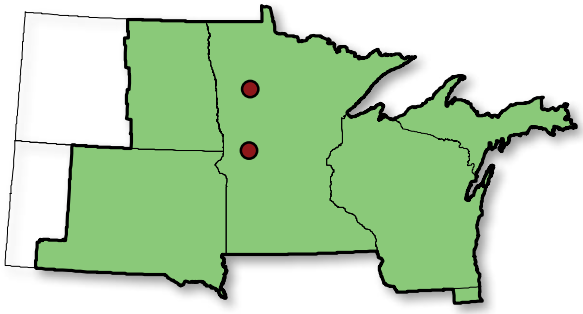
- Évaluer la réponse en rendement dans le soya à partir d'un sol de fertilité élevée dans la vallée de la rivière Rouge du Nord.

Description de l'étude

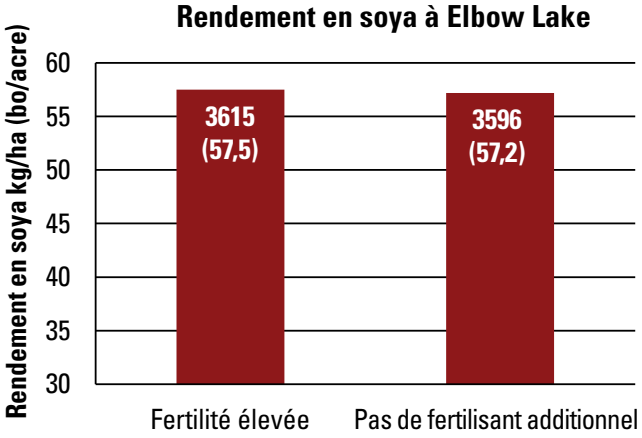
Aménagement de parcelle : Sur la ferme, plein champ
Sites : Elbow Lake, MN
Mahnomen, MN
Variété de marque Pioneer® : 90Y70 (RR)
Fertilité du sol : Programme à fertilité élevée
12 lb/acre d'azote
40 lb/acre phosphore
60 lb/acre potassium
10 lb/acre soufre
Aucun autre fertilisant

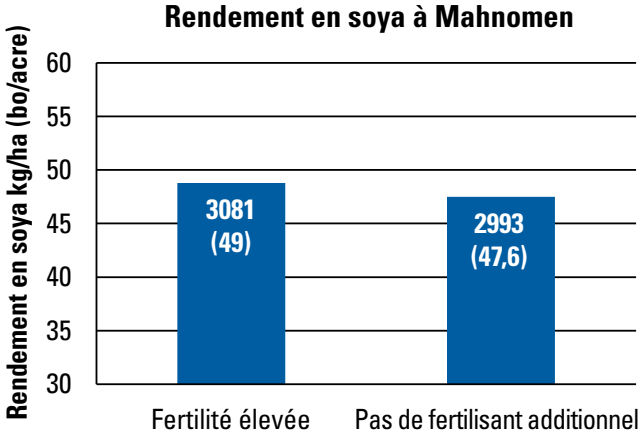
- Les traitements de fertilisants ont été appliqués immédiatement après le semis.

Recherche agronomique au Nord



Résultats





- Aux deux endroits, les rendements en soya ont été similaires entre les programmes à fertilité élevée et ceux à fertilité normale.
- Ces résultats sont ceux d'un an, obtenus d'une étude qui durera plusieurs années.

RR – Contient le gène Roundup Ready[MD].

Roundup Ready est une marque déposée utilisée sous autorisation de la Société Monsanto.

Tous les produits de marque PIONEER® sont soumis aux termes et aux conditions générales comme indiqué sur l'étiquette et dans les documents reliés à l'achat. Les données pour 2012 sont basées sur la moyenne de toutes les comparaisons effectuées sur 2 sites jusqu'au 21 novembre 2012. L'information provenant de plusieurs années et de plusieurs endroits constitue une meilleure variable explicative de la performance future. Veuillez ne pas utiliser ces données ou toutes autres données provenant d'un nombre limité d'essais comme un facteur important de décision pour choisir un produit. Les réponses du produit sont variables et sujettes à différentes pressions provenant de l'environnement, des maladies et des parasites. Les résultats individuels peuvent varier.

DuPont **Pioneer Sciences Agronomiques** Le logo ovale de DuPont est une marque déposée de DuPont. [MD], [MC], [SM] Les marques déposées, de commerce, et de service sont utilisées sous autorisation par Pioneer Hi-Bred limitée. © 2012, PHII

Méthodes de production pour aider à maximiser les rendements dans le soya

Les rendements dans le soya n'ont pas progressé au même rythme que ceux dans le maïs. Au cours des 25 dernières années, aux É.-U., en moyenne, les rendements en maïs se sont accrus de 1,5 % annuellement, alors que dans le soya le rendement s'est accru de 1,1 % par an. En partie, cela s'explique peut-être par le degré moindre de gestion accordée au soya comparativement au maïs. Cet article examinera les pratiques agronomiques pour aider à augmenter les rendements et les profits dans le soya. Nous aborderons : la sélection de la variété, les pratiques d'ensemencement, la fertilité du sol, la rotation des cultures, la maîtrise des mauvaises herbes, l'utilisation d'inoculants, et d'autres pratiques.

Sélection de la variété pour obtenir les meilleurs rendements

Le bon produit au bon endroit : L'agencement de la variété de soya aux besoins particuliers de chaque champ est une pratique de base pour maximiser les rendements dans le soya. Au moment de choisir la variété de soya approprié, il faut tenir compte : du type de sol, du système de travail du sol, du drainage, de l'endroit géographique, des précipitations attendues, des maladies potentielles et autres facteurs. Toutes les variétés considérées devraient avoir un potentiel de rendement élevé, une bonne tenue au champ, et la capacité de résister aux stress de l'environnement. De plus, d'autres facteurs peuvent jouer un rôle clé dans l'obtention de rendements élevés dans le soya dans un champ en particulier. Ils sont : la résistance à certaines races spécifiques du nématode du soya, la résistance ou la tolérance au pourridié photophthoréen et autres maladies, ou à la chlorose reliée à une déficience en fer. Votre représentant DuPont Pioneer peut vous aider à sélectionner les meilleures variétés de soya pour chaque champ.

Les plus récentes variétés : Tous les ans, au moyen d'outils génétiques comme la technologie pour rendement accéléré (AYT) et la sélection assistée par marqueurs, les sélectionneurs de DuPont Pioneer obtiennent des gains de rendement et des gains agronomiques. L'échantillonnage annuel des meilleures nouvelles variétés et leur utilisation sur des surfaces de plus en plus importantes peuvent rapidement avoir un impact important sur les rendements à la ferme.

Pratiques d'ensemencement

Largeur du rang : Une revue des études sur l'espacement des rangs menées au cours des dix dernières années confirme les résultats déjà obtenus comparant les rangs de 30 pouces aux rangs plus étroits. Lors de cinq études, le soya en rangs étroits a fourni en moyenne un meilleur rendement (4,1 bo/acre) que celui en rangs de 30 pouces. Six études comparant les rangs de 30 pouces et ceux de 15 pouces ont abouti à des résultats similaires où les rangs de quinze pouces ont enregistré un rendement supérieur de 3,6 bo/acre. Les rendements étaient similaires entre les rangs de quinze pouces et ceux semés en rangs étroits (figure 1).

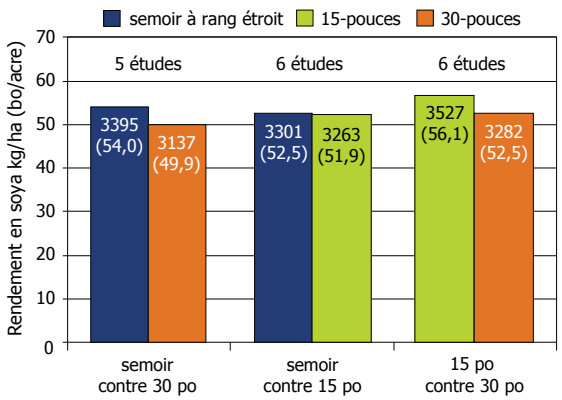


Figure 1. Les résultats moyens des rendements obtenus lors d'études sur l'espacement des rangs et publiés au cours des dix dernières années.

Date du semis : La tendance consiste à semer le soya plus tôt, surtout chez les entreprises utilisant un semoir réservé au soya. Les études universitaires et celles de DuPont Pioneer ont démontré que l'ensemencement du soya durant la dernière moitié d'avril ou le début mai donne souvent le rendement potentiel maximum. L'ensemencement hâtif prolonge la période de croissance reproductive car la floraison débute plus tôt. Cela permet à la culture de former plus de nœuds. Cela accroît le potentiel d'avoir plus de gousses et un plus grand nombre de grains. De plus, des études récentes démontrent que les variétés de pleine saison répondent mieux au semis hâtif que les variétés hâtives. Les traitements de semences (fongicides et insecticides) courants ont prouvé leur rôle positif dans l'augmentation des rendements en semis hâtifs. Ils aident à protéger la semence et les plantules d'une myriade de maladies du sol qui autrement pourraient réduire la population et les rendements.

Taux d'ensemencement : Menées entre 2006 et 2008, les études de DuPont Pioneer dans les rangs de 30 pouces en soya ont démontré que les taux d'ensemencement économiques optimaux varient entre 128 000 et 168 000 grains/acre. À l'intérieur de cette plage, le taux approprié dépendait du coût de la semence, du prix du grain, et de l'utilisation d'un traitement de semence ou non. Les traitements de semences avec fongicides et insecticides étaient plus efficaces que les traitements aux fongicides seuls pour protéger les populations et réduire les exigences en semis. Au moment de choisir leur taux d'ensemencement, les producteurs devraient prendre en considération leurs méthodes de production et les conditions du lit de semence, y compris le type de sol local, les niveaux de résidus, la date d'ensemencement, la largeur des rangs, etc. Même si le soya peut s'ajuster à de plus faibles populations, une trop grande dépendance sur cette faculté peut aboutir à une population anémique et dans certaines situations, le besoin de réensemencer.

Fertilité du sol

Phosphore/Potassium : Certains producteurs de soya dépendent de la fertilisation obtenue des résidus du maïs pour fournir des nutriments à leur culture de soya. Lorsque les sols sont maintenus à des niveaux élevés ou très élevés de P et de K, cette stratégie peut être sécuritaire. Toutefois, lorsque P et K sont faibles, des rendements réduits sont probables. Une culture de soya de 60 bo/acre prélèverait du sol pour le grain, environ 48 lb de P2O5 et 84 lb de K2O. Il s'agit de 33 % moins de phosphore, mais 55 % plus de potassium qu'une culture de maïs de 200 bo/acre déplace vers le grain. Les analyses de sol peuvent déterminer si les niveaux au champ sont adéquats pour fournir ces quantités ou autres matières requises.

Déficience en K dans le soya[1]

pH du sol : Dans le sol, beaucoup de processus chimiques et biologiques sont affectés par le pH. Donc, le maintien du pH dans la bonne plage maximisera l'efficience des autres intrants, en diminuant le risque de pertes de rendement. Dans le sol minéral, les soyas préfèrent une plage de pH allant de 6,0 à 8,0. Chauler les sols acides ou utiliser des variétés possédant de bonnes cotes contre la chlorose résultant d'une déficience en fer contribuera à prévenir la baisse de rendement.

L'azote : Les soyas contiennent beaucoup de protéines et par conséquent requièrent de l'azote. Le soya retire du sol environ quatre lb d'azote pour chaque boisseau de grains produits. Cela se compare à

moins d'une lb de N prélevé par boisseau de maïs-grain produit. Cependant, le soya fournit la plupart de ses besoins en N en fixant le N_2 atmosphérique en ammonium (NH_4+), une forme que la plante peut facilement absorber. Le N additionnel est prélevé du sol par le biais du cycle de la matière organique, ainsi que ce qui est déposé par la pluie. Ce N pourvoira aux besoins en N que le processus de nodulation ne peut fournir.

La recherche a démontré que si l'ammonium ou le nitrate est disponible à être assimilé à partir du sol lorsque les nodules sont présents, la fixation de l'azote décroîtra proportionnellement. C'est la raison pour laquelle, lorsque la nodulation est normale, la fertilisation en N dans le soya aboutit rarement à des augmentations des rendements agronomiques ou économiques. Dans ce cas, généralement, la fertilisation en N n'est pas recommandée. Cependant, dans certains environnements irrigués à rendements élevés, la recherche a démontré que l'application de N durant les stades de formation de la gousse ou des grains de soya peut augmenter le rendement.

Fertilisant foliaire, application en bandes : Dans le cadre d'études menées en Iowa, la fertilisation foliaire a augmenté les rendements seulement de 15 à 20 % du temps. Toutefois, elle peut s'avérer utile lorsque les nutriments du sol ne sont pas suffisants, comme c'est le cas sur des sols sableux ou dans des champs irrigués à rendement élevé. Des études menées en Iowa et au Minnesota sur la fertilisation en bande près du rang ne se sont pas avérées bénéfiques. Au contraire, les populations ont été réduites et les rendements n'ont pas été améliorés.

Rotation des cultures

Dans toutes les cultures, la rotation des cultures est importante. Elle permet de briser les cycles des maladies, des insectes, et d'augmenter le rendement. Les maladies comme le nématode du soya, la moisissure blanche, la pourriture brune de la tige et le syndrôme de la mort subite survivent dans tous les sols ou dans les résidus de cultures et s'attaquent volontiers à des cultures successives de soya. La plupart des maladies du soya survivent plus d'un ou deux ans dans le sol, donc la rotation n'élimine pas le problème. Cependant, le temps écoulé sans culture de soya diminue la quantité d'inoculum présente qu'une maladie peut utiliser pour infecter la prochaine culture ce qui en diminue la gravité.

Des études sur la rotation au Minnesota et au Wisconsin ont démontré que le soya dans une rotation maïs/soya donnait 8 % de plus que le soya en continu. Ces études ont été menées dans des environnements favorisant la croissance où l'humidité ne constituait pas un facteur sérieux. Les soyas suivant cinq récoltes de maïs en continu ont donné de 15 à 17 % de plus que les soyas en continu.

Autres pratiques pour augmenter les rendements en soya

Le travail du sol a longtemps été utilisé pour enterrer les résidus de cultures, préparer le lit de semence et maîtriser les mauvaises herbes. Les semoirs et planteurs actuels, de même que les herbicides permettent maintenant aux producteurs d'obtenir d'excellentes populations de soya et une bonne maîtrise des mauvaises herbes, avec peu ou pas de travail du sol. Le semis direct ou le travail minimum du sol peut aider à minimiser les pertes de sol et à augmenter les niveaux de matière organique qui contribuent à la productivité à long terme. Les études de recherche ont démontré que les rendements de soya sont similaires que l'on pratique le travail du sol classique, le travail minimum du sol ou le semis direct. Pour cette raison, les producteurs peuvent choisir un système de travail du sol sans des points de vue économique, environnemental et logistique. Ils peuvent porter leur attention sur d'autres aspects de la régie à l'intérieur de ce système de travail du sol.

Maîtrise des mauvaises herbes : Même si ultimement les mauvaises herbes sont maîtrisées, le fait de les laisser concurrencer le soya pour l'humidité, la lumière et les nutriments durant la période critique de la croissance, allant du stade deux feuilles trifoliées au début de la floraison, les rendements peuvent être réduits.

La présence de plus en plus de populations de mauvaises herbes résistantes au glyphosate fait de l'utilisation d'herbicides porteurs de d'autres modes d'action un élément important d'un système de leur gestion. L'utilisation d'un herbicide de prélevée, suivi d'un glyphosate permet d'appliquer plusieurs ingrédients actifs, tout en maîtrisant aussi les mauvaises herbes plus tôt que dans les programmes basés sur le glyphosate seul.

Inoculants pour soya : Les produits inoculants plus récents offrent maintenant plusieurs avantages par rapport aux produits traditionnels (non stériles, à base de tourbe). Les nouvelles préparations offrent des populations de bactéries de dix à cent fois plus grandes que celles des produits traditionnels. L'utilisation de vecteurs stériles prévient la concurrence venant des autres bactéries. De plus, l'adhérence à la semence a été améliorée. Aussi, dans certaines études, les nouvelles souches de rhizobium ont démontré une capacité améliorée de fixer l'azote. Lorsqu'ils sont appliqués à la semence longtemps avant l'ensemencement ou lorsque utilisés en conjonction avec un fongicide, les « allongeurs » prolongent la vie de l'inoculant.

En 2008, les études de Pioneer à sept endroits ont démontré un avantage de rendement de 1,0 à 1,9 bo/acre en faveur des produits inoculants. Dans les 41 comparaisons effectuées par Pioneer au début des années 2000, l'avantage moyen en rendement des semences inoculées par rapport à celles sans inoculant était de deux boisseaux à l'acre. La recherche universitaire a aussi démontré des réponses positives d'environ un à deux boisseaux à l'acre en général. Ces résultats positifs devraient encourager les producteurs à tout le moins tester les nouveaux produits inoculants. Les soyas utilisés en semis direct sur un lit de semence couvert de beaucoup de résidus, en sols humides sont le plus susceptibles de retirer le plus d'avantages des nouveaux inoculants.

L'évaluation de nouvelles pratiques à la ferme

Beaucoup de producteurs peuvent vouloir mettre à l'essai différentes pratiques à la ferme, des traitements de semences ou des inoculants, des alternatives de fertilisation, ou autres facteurs, avant de les utiliser à grande échelle. Voici quelques conseils pour mener vos propres comparaisons :

- déterminer les objectifs : que voulez-vous mesurer et pourquoi ?
- concevoir des traitements représentant une seule pratique en particulier et s'assurer de bien maîtriser les autres variables ;
- choisir un site uniforme pour mener la comparaison sans toutefois toujours choisir les sols les plus productifs ;
- s'assurer que la parcelle est assez grande pour constater les petites différences, sans toutefois qu'elle soit trop grande au point de rendre la pesée difficile ;
- positionner les comparaisons dans le champ pour faire en sorte que les traitements aient une chance égale. Répéter si possible ;
- mesurer le rendement, mais noter aussi les autres observations.
- Ne pas se fier aux seuls résultats d'un seul endroit et d'une seule année. Lorsque c'est possible, prendre en considération les résultats de plusieurs années en plusieurs endroits ;
- Pour comparer deux traitements sur un champ complet ou une partie d'un champ, utiliser l'outil de comparaison de DuPont Pioneer pour semoir à configuration double. Voir votre représentant Pioneer pour obtenir plus de détails concernant cette procédure.

Effets du moment du semis et du choix de la maturité de la variété sur le rendement dans le soya

2012

Objectif

- Comparer le rendement de variétés de soya à maturité adaptée et celui de variétés tardives lors d'ensemencements hâtifs et tardifs en Ontario.

Description de l'étude

Plan de parcelle : Bandes sur la longueur du champ
Répétitions : 1 ou 2 par site
Sites : 5 sites en Ontario
Facteurs :
Moment du semis : Hâtif (avant le 10 mai) Tardif (10 à 14 jours après le semis hâtif)
Maturité de la variété : Maturité adaptée contre maturité tardive

Les variétés de soya de marque Pioneer[MD] :
91M01 (RR) et 91Y61 (RR) – 3 sites
91Y61 (RR) et 92Y12 (RR) – 2 sites

Soyas à gauche semés le 10 mai; soyas à droite semés le 30 mai. Les soyas semés hâtivement étaient à leur troisième trifolié le 31 mai et ils ont commencé à fleurir avec six trifoliés le 21 juin.

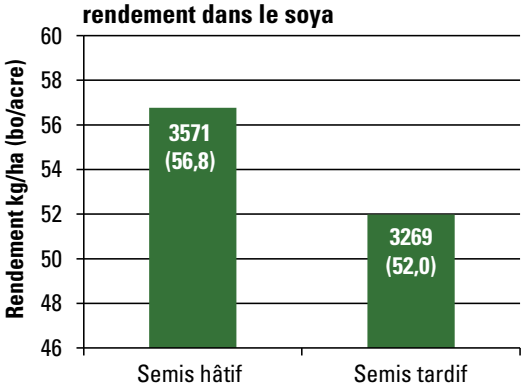
Les plans pour 2013

- Cette étude sera répétée en 2013, partout au Canada. Si vous êtes intéressés à participer, veuillez contacter votre représentant Pioneer.

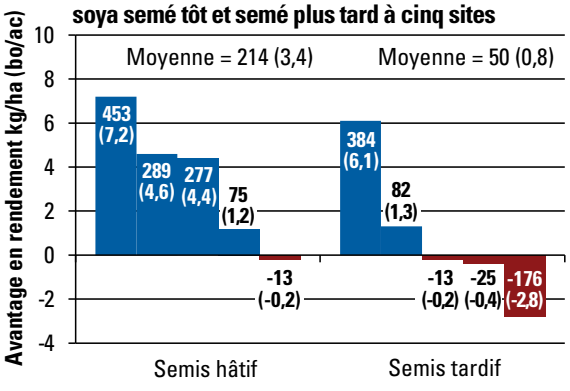
Résultats

- Le rendement en soya a été positivement affecté par le moment du semis. Par rapport au semis tardifs, en moyenne, le semis hâtif a augmenté de 4,8 bo/acre.
- La maturité de la variété de soya n'a pas eu un effet constant sur le rendement à l'une ou l'autre date de semis. Les résultats suggèrent qu'il est possible d'avoir un rendement plus élevé avec les maturités plus tardives et une date de semis plus hâtive par rapport à une date tardive de semis. Toutefois, dans cette étude, l'effet n'a pas été significatif statistiquement parlant. Cet aspect fera l'objet d'une étude plus poussée en 2013.

Effet de la date de semis sur le rendement dans le soya



Avantage en rendement des maturités tardives de soya semé tôt et semé plus tard à cinq sites



RR – Contient le gène Roundup Ready[MD].

Roundup Ready[MD] est une marque déposée utilisée avec autorisation de la Société Monsanto.

Les produits de marque PIONEER® sont offerts dans le cadre des directives et des conditions d'achat indiquées sur l'étiquette et les documents d'achats. Les données de 2012 sont basées sur la moyenne de toutes les comparaisons effectuées sur les 5 sites jusqu'au 30 octobre 2012. L'information provenant de plusieurs années et de plusieurs endroits constitue une meilleure variable explicative de la performance future. Veuillez ne pas utiliser ces données ou toutes autres données provenant d'un nombre limité d'essais comme un facteur important de décision pour choisir un produit. Les réponses du produit sont variables et sujettes à différentes pressions provenant de l'environnement, des maladies et des parasites. Les résultats individuels peuvent variés.

DuPont **Pioneer Sciences Agronomiques** Le logo ovale de DuPont Oval est une marque déposée de DuPont. [MD], [mc], [ms] sont des marques déposées ou de commerce ou de services de Pioneer Hi-Bred limitée. © 2012 PHII.

Effet de l'application du fongicide Acapela[MC] sur le rendement dans le soya 2012

Contexte et objectif

- Le fongicide Acapela[MC] de DuPont[MC] est un nouveau fongicide à la fine pointe, à base de strobilurine pour maîtriser la maladie dans les céréales, le maïs, les soyas et les fèves comestibles. L'Acapela offre une maîtrise à large spectre de la maladie par le biais d'une absorption supérieure, de son déplacement dans la plante et de ses propriétés après l'infection.
- En 2012, des essais à la ferme ont été menés en Ontario, au Québec, et au Manitoba, afin de déterminer la réponse en rendement des soyas traités avec le fongicide Acapela comparativement à celle de témoins non traités.

Les sites d'essais du fongicide Acapela en 2012

Description de l'étude

Plan de parcelle : Bandes de la longueur du champ
Répétitions : 1 à 2 par site
Sites : 45 sites en (Ontario, Québec, Manitoba)
Traitements : Acapela, non traité

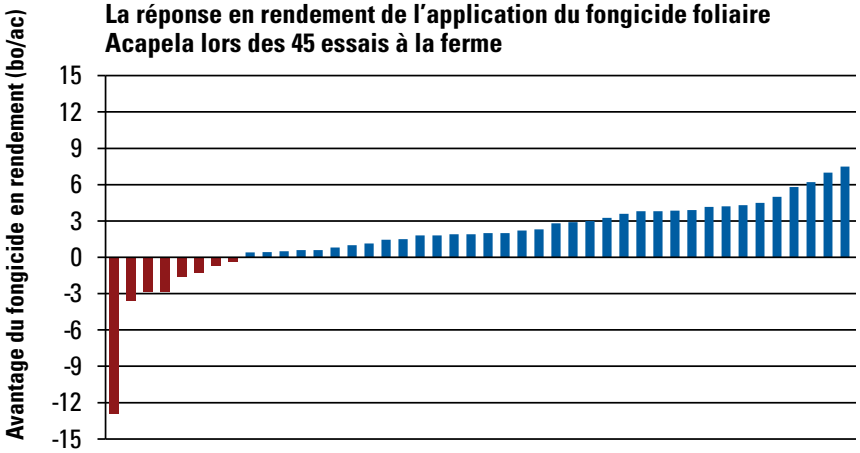
- Sur un site donné, les traitements ont été comparés pour la même variété de soya.
- La maturité des soyas allait des groupes 00 à 3.

Maladie	Dose	Information concernant l'application d'Acapela
Moisissure blanche (suppression partielle)	0,35 L/acre	Application initiale préventive à R1 (début floraison). Appliquer une 2e fois 7 à 10 jours plus tard à R2 (pleine floraison). Appliquer à un volume minimum de 10 gal/acre. Il est essentiel que les gouttelettes atteignent la partie inférieure du couvert végétal pour obtenir une efficience maximale. S'assurer que le volume et la pression de la bouillie soient optimisés pour obtenir une couverture complète.
Cercosporose, tache septorienne brune	0,24 L/acre	Appliquer au stade R2 (pleine floraison) de développement. Appliquer dans un volume minimum de 10 gal/acre.

Résultats

- Sur tous les 45 sites d'essais à la ferme, le rendement du soya s'est accru en moyenne de 2 bo/acre lorsque traité avec le fongicide Acapela.
- Une réponse positive du rendement a été observée chez 82 % des essais (37 sur 45).

La réponse en rendement de l'application du fongicide foliaire Acapela lors des 45 essais à la ferme



- Les résultats ont été similaires à ceux de récents essais à la ferme menés par Pioneer avec un fongicide foliaire. Ces essais ont eu lieu aux É.-U. et au Canada de 2007 à 2011 et ont démontré une amélioration moyenne du rendement de 2,5 bo/acre. Cela correspond à une réponse positive dans 82 % des essais.

Les produits de marque PIONEER® sont offerts dans le cadre des directives et des conditions d'achat indiquées sur l'étiquette et les documents d'achats. Les données de 2012 sont basées sur la moyenne de toutes les comparaisons effectuées sur les 45 sites jusqu'au 2 novembre 2012. L'information provenant de plusieurs années et de plusieurs endroits constitue une meilleure variable explicative de la performance future. Veuillez ne pas utiliser ces données ou toutes autres données provenant d'un nombre limité d'essais comme un facteur important de décision pour choisir un produit. Les réponses du produit sont variables et sujettes à différentes pressions provenant de l'environnement, des maladies et des parasites. Les résultats individuels peuvent variés. Tous les produits sont des marques de commerce de leur fabricant respectif.

DuPont **Pioneer Sciences Agronomiques** Le logo ovale de DuPont, DuPont[mc], et Acapela[mc] sont des marques déposées ou de commerce de DuPont. [MD], [mc], [ms] sont des marques déposées ou de commerce ou de services de Pioneer Hi-Bred limitée. © 2012 PHII.

Dommage causé par la punaise dans le soya

On retrouve les pentatomes dans toutes les régions tempérées et tropicales du globe. Ce sont des parasites dans beaucoup de cultures. En Amérique du Nord, les punaises herbivores sont le plus souvent associés aux cultures suivantes : soya, maïs, tabac, pêches, crucifères, tomates, petites céréales, trèfle rouge et coton. Ils se nourrissent aussi de beaucoup d'espèces de mauvaises herbes.

Espèces, identification, et cycle de vie

Punaise à bande rouge.

On retrouve beaucoup d'espèces de pentatomes aux É.-U., et plusieurs peuvent infecter les champs de soya. *Acrosternum hilare*, la punaise verte est la plus commune. Toutefois, *Euschistus* spp., la punaise brune peut elle aussi attaquer les gousses et les graines de soya. Typiquement, la punaise cause plus de problèmes dans les états du Sud. D'autres espèces s'y retrouvent. Ces espèces comprennent la punaise verte du Sud, *Nezara viridula*, et la punaise à bande rouge, *Piezodorus guildini*. La punaise verte du Sud peut être distinguée de la punaise verte par son épine dorsale plus arrondie entre ses pattes arrière. La punaise à bande porte une bande rouge distinctive à travers son dos.

Sur leur dos et sur leurs courtes ailes non fonctionnelles, les nymphes de la punaise verte portent des couleurs vives (noir, vert et jaune ou rouge). Les punaises vertes adultes sont grosses (approximativement 5/8 pouce de long). Ils ont la forme d'un bouclier avec des ailes pleinement formées.

Nymphes de la punaise à l'éclosion.

Les punaises subissent une simple métamorphose qui inclut : l'œuf, la nymphe et les stades adultes. Durant les mois chauds, les femelles punaise pondent leurs œufs réunis en grappes sous les feuilles et les tiges. Après l'éclosion, les nymphes sans ailes muent plusieurs fois avant d'atteindre leur pleine taille ailée d'adulte.

Punaise verte adulte et des nymphes (multicolores) sur une gousse de soya.

Les nymphes de grande taille ou les adultes sont au stade où ils peuvent hiverner. Dans les états du Nord, habituellement, les pentatomes complètent seulement un cycle de vie par année. Selon l'espèce et l'endroit, ce sera de un à trois dans le MidWest et de deux à cinq dans le Sud.

Dommage à la culture et symptômes

Punaise verte adulte.

Au moyen des parties de leur bouche (dard et trompe), les pentatomes (nymphes et adultes) attaquent les gousses et les grains du plant de soya pour injecter des enzymes digestifs dans la plante, afin d'en retirer ses liquides. La blessure peut être difficile à évaluer avant la récolte parce que leur dard et leur trompe ne laissent aucune marque cicatrice évidente. Toutefois, à la récolte, le dommage devient évident. Les jeunes grains peuvent être déformés, trop petits ou même avortés. Les grains plus matures seront décolorés et ratatinés.

En plus d'en extraire les nutriments et d'en réduire la taille, la blessure que laisse le pentatome fournit une voie d'entrée aux maladies dans la gousse ce qui réduit la qualité du grain. Les grains affectés peuvent se détériorer encore davantage durant l'entreposage. Le taux de germination sera aussi réduit.

Les pentatomes se nourrissent aussi de la tige du plant de soya, de son feuillage et de ses fleurs. En examinant de plus près, la présence de petits points bruns ou noirs permet de déterminer les endroits où les perforations ont eu lieu.

Indirectement, les dommages causés par les pentatomes peuvent retarder l'atteinte de la maturité du plant et causer la production anormale de feuilles et de gousses. On appelle cette état de chose le « syndrome de la tige verte ».

Champ de soya affichant le syndrome de la tige verte où des punaises se nourrissent.

Des aires de forme irrégulière ou des plaques dans le champ demeurent vertes alors que le reste du champ mature normalement. Les plants des plaques vertes tendent à avoir des feuilles, des pétioles et des tiges vertes. Les plants peuvent avoir quelques gousses ou en avoir à la plupart des nœuds, mais elles sont petites, séchées et contiennent peu ou pas de grains.

Technique de dépistage[1]

Dans les champs semés en rang, utilisez la technique de la toile posée sur le sol. Pour les rangs étroits et ceux semés avec un semoir à grains, optez pour le filet fauchoir.

La méthode de la toile posée sur le sol comprend l'utilisation d'une pièce de tissu blanc longue de 90 cm (36 po), placée au sol entre deux rangs de soya. Secouez vigoureusement les plants de chacun des rangs au-dessus de la toile. Comptez le nombre d'adultes et de nymphes, puis divisez ce nombre par six pour obtenir un nombre moyen de pentatomes dans un rang de 30 cm (1pi). Répétez cette procédure à au moins quatre endroits dans le champ. Prenez soin de ne pas déranger les plants avant de les secouer au-dessus de la toile.

Au moyen d'un filet fauchoir de 38 cm (15 po) de diamètre, prenez 20 échantillons (effectuez un balayage en arc de 180°) à cinq endroits dans le champ. Déterminez le nombre moyen d'adultes et de nymphes par balayage en divisant le compte total par 100.

Seuil d'intervention

Si en moyenne un pentatome par rang de 30 cm (1 pi) ou 0,2 pentatome par balayage a été trouvé, tard aux stades R5-R6, la maîtrise peut être de mise dans les variétés IP destinées à l'alimentation humaine et pour les soyas de semences.

Stratégies d'intervention :

- appliquer un insecticide foliaire si les seuils sont atteints ;
- tenir compte des délais avant récolte pour les produits ;
- certains ennemis naturels parasitent ou s'alimentent d'oeufs de pentatomes.

[1]Technique de dépistage, seuil d'action et stratégies d'intervention tirés directement de : « Déprédateurs de grandes cultures : ravageurs et insectes du soya » MAAARO, 2011.

En ligne à : http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/pub811/13soybean.htm#green.

La punaise brune marbrée (PBM) est un nouveau parasite du soya dans beaucoup d'endroits.

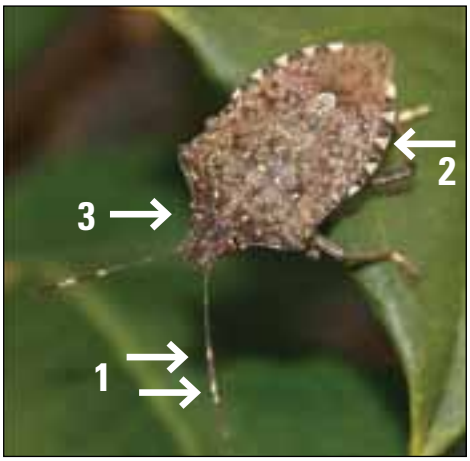
Le PBM (Halyomorpha halys) est un parasite relativement nouveau dans le soya. Introduite à la fin des années '90 aux É.-U. (région atlantique), cette espèce s'est répandue partout dans le pays. En fait, sa présence est confirmée dans tous les états à l'est du Mississipi, de même que dans les états suivants : Minnesota, Iowa, Nebraska, Arizona, Californie, Oregon et Washington.

Bien que cet insecte peut ne pas devenir un parasite important avant cinq ans ou plus après qu'on l'ait détecté dans une région, il est ici pour rester. Nous devrons nous en occuper, ainsi que des autres punaises. Cette espèce compte quelques ennemis naturels en Amérique du Nord. Cela est en partie dû au fait qu'elle est mauvaise au goût pour les prédateurs.

Vingt arbres, arbustes et espèces de petits fruits, de même que beaucoup de cultures légumières et de cultures en ligne, y compris le maïs et le soya servent d'hôtes au pentatome brun marbré. Comme les autres pentatomes, typiquement, la PBM émet une forte odeur lorsqu'on le dérange.

Après le stade R3, le soya est assujetti à des pertes de rendement. Il peut afficher des tiges vertes et maturer de façon irrégulière. La qualité des semences peut s'en trouver affectée.

Identification et différenciation par rapport à la punaise brune



Punaise brune marbrée. (Jeff Wildonger, USDA-ARS-BIIR).

1. La PBM compte deux bandes blanches distinctives sur ces antennes. Sur le pentatome brun, il n'y a qu'une ou pas de bande blanche.
2. L'abdomen de la PBM révèle une large tache blanche. Cette tache est étroite sur le pentatome brun.
3. La PBM a des yeux composés rouges et simples. La punaise brune a les yeux bruns ou noirs.

Autres considérations en gestion de la PBM

- faire le dépistage du soya de R2 jusqu'à la mi-août,
- faire le dépistage surtout à la bordure des champs, et les traiter séparément si besoin est,
- dans le soya, le seuil est de 2,5 à 3,5 pour la PBM tous les 15 passages,
- les populations seront les plus élevées à l'aurore et à la brunante. Une nouvelle invasion est possible après un traitement à l'aide d'un pesticide,
- beaucoup de pesticides sont homologués pour la maîtrise du pentatome ; toutefois, la PBM peut être plus tolérant à beaucoup de pesticides que les autres pentatomes,
- les nymphes sont plus sensibles aux insecticides que les adultes,
- vérifier les recommandations locales de maîtrise, et toujours lire et suivre les directives de l'étiquette.

Notes

Étapes dans la conception d'un ensilage de qualité : conception d'un inoculant chez DuPont Pioneer

L'inoculation des cultures d'ensilage est une étape cruciale d'une fermentation fructueuse. Les inoculants bactériens sont présents depuis plusieurs années. Cependant, depuis peu de temps seulement, les efforts des microbiologistes ont porté sur l'amélioration des souches originales utilisées par l'industrie. Aujourd'hui, les inoculants bactériens de pointe perfectionnés par DuPont Pioneer sont conçus pour bien fonctionner dans plusieurs environnements de fermentation. Ces inoculants modernes peuvent offrir une meilleure performance en protégeant, en préservant et en améliorant la qualité de l'ensilage durant toutes les phases de la fermentation à l'alimentation.

Dans le monde des inoculants bactériens, il existe deux familles de bactéries utilisées pour les ensilages. Il s'agit de *Lactobacillus plantarum* et de *Lactobacillus buchneri*. Des différences extrêmes existent entre ces deux familles, ainsi qu'à l'intérieur de chaque famille. Ces différences influencent le succès de la fermentation et la capacité de bien fonctionner dans des environnements de fermentation variés.

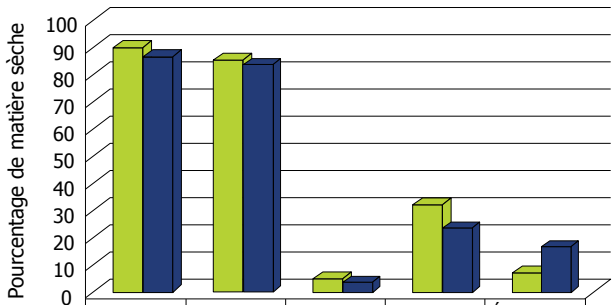
Depuis 1978, les microbiologistes de DuPont Pioneer travaillent à comprendre ces différences. Ils ont conçu des méthodes scientifiques pour analyser, pour quantifier et pour évaluer les combinaisons de souches, de même que pour tester leur performance au champ. Cette capacité scientifique a mené au progrès continu des nouveaux inoculants bactériens conçus pour être compatibles aux utilisations des principales cultures d'ensilage dans le monde.

Aujourd'hui, les inoculants pour ensilage de marque Pioneer® sont très efficaces lors de la fermentation. Cela permet de produire une meilleure rétention de la matière sèche des ensilages tant durant le début de la fermentation qu'à l'alimentation. Ces inoculants sont conçus pour être spécifiques à une culture et pour améliorer la valeur nutritive de l'ensilage. Le tout aboutit à une performance améliorée de l'animal et des économies en coûts d'alimentation.

Étape 1 : Maîtrise de la fermentation

Par nature, le processus de fermentation est biologique et chimique. Une des activités chimiques la plus fondamentale survient lors de la production d'acides qui réduisent le pH de l'ensilage. La baisse du pH et l'élimination de l'oxygène empêchent la croissance des organismes qui nuisent à l'ensilage en le stabilisant. Sans l'ajout d'un inoculant bactérien conçu pour maîtriser ce processus, seuls les épiphytes naturels produisent ces acides et abaissent le pH. Même si le résultat final peut être une culture ensilée, le coût de laisser les bactéries naturelles la fermenter peut être très élevé.

La fermentation est lancée lorsque la bactérie homo-fermentative (*L. plantarum*) convertit les sucres (source d'énergie) en acide lactique. Typiquement, les bactéries naturellement présentes sont très inefficaces durant ce processus. Elles consomment plus d'énergie que ce qui est exigé des souches *L. plantarum* les plus efficaces. Les inoculants de marque Pioneer[MD] ont été conçus pour contenir les souches les plus efficaces de bactéries sur le marché. Celles-ci aident à réduire le « coût énergétique » relié à la protection de l'ensilage contre sa détérioration. Les économies d'énergie se traduisent directement en une réduction des pertes à la fermentation. Elles permettent aussi de récupérer une plus grande partie de la matière sèche (de trois à cinq pour cent) durant la phase initiale de la fermentation (figure 1).



	Traité	Témoin	Difference	% différence	Économies/ jour ous/vache*
Luzerne	90,0	85,1	4,9	32,2	7
Ens. maïs	86,7	83,4	3,3	23,2	17

Figure 1. La récupération de la matière sèche d'un ensilage traité avec un inoculant Pioneer et un ensilage témoin lors d'études menées par une université, de 1981 à 1995.

Étape 2 : La bonne bactérie pour la bonne culture (cibler des cultures spécifiques avec les inoculants)

Les inoculants bactériens sont conçus pour bien fonctionner avec une culture déterminée. Au cours de leurs études sur les bactéries qui améliorent la fermentation dès le départ, les microbiologistes de Pioneer ont découvert que certaines souches de bactérie sont meilleures pour le maïs, d'autres pour la luzerne, d'autres encore pour les graminées. L'agencement des souches à la culture contribue à abaisser le niveau du pH plus rapidement. Cela permet une meilleure conservation de la matière sèche qu'auparavant.. En utilisant cette approche, Pioneer a conçu l'inoculant Pioneer® 1132 pour l'ensilage de maïs, l'inoculant Pioneer® 1189 pour le maïs grain humide et le Pioneer® 11H50 pour l'ensilage de luzerne, afin de satisfaire les besoins particuliers de ces cultures (figure 2).

Figure 2. Les chercheurs de DuPont Pioneer ont conçus des inoculants sur mesure pour satisfaire les besoins particuliers en fermentation de différents types de fourrage.
Dans cette figure, ces produits sont inscrits avec leur culture.

Étape 3 : Gérer la stabilité aérobie à l'alimentation

Il est essentiel d'être capable de servir au bétail un ensilage frais directement du silo. Lorsque l'ensilage est exposé à nouveau à l'oxygène au moment de l'alimenter, les organismes aérobies présents dans l'ensilage recommencent à se multiplier. Typiquement, ces organismes sont des levures et des champignons producteurs de moisissure. Pour croître, ils consomment de l'énergie. Souvent,

cela fait que l'ensilage « chauffe » ce qui est très coûteux tant pour la quantité que pour la qualité de l'ensilage servi. En fait, l'acide lactique est une des principales sources d'énergie pour la croissance des levures et des champignons. La consommation de l'acide lactique par ces organismes fait monter le pH à nouveau et encore plus de dommage peut survenir à l'ensilage ce qui résultera en un aliment moisi, avec moins d'énergie.

Au cours des années '90, les chercheurs de DuPont Pioneer ont identifié des souches de *Lactobacillus buchneri* qui pourraient être combinées à des bactéries qui contrôlent la fermentation d'une culture spécifique et qui améliorent énormément la stabilité de l'ensilage en aérobie. Ces inoculants fournissent en moyenne cent heures de plus de stabilité (temps avant que l'ensilage commence à « chauffer ») par rapport à un ensilage non traité (figure 3).

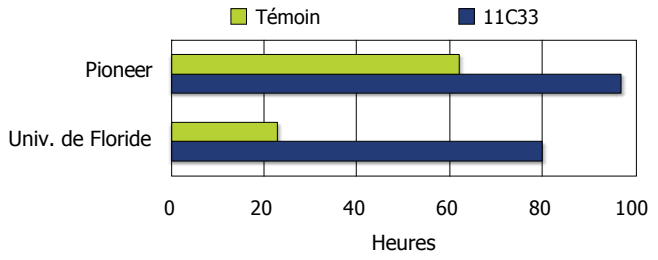


Figure 3. Stabilité aérobie : temps requis pour que la température de l'ensilage augmente de 5 °F après son exposition à l'air.

L. buchneri est une espèce hétérofermentaire qui produira 50 % d'acide lactique et 50 % d'acide acétique. L'acide acétique est un acide plus faible que l'acide lactique, donc il abaisse le pH plus lentement et typiquement, le pH final est légèrement plus élevé. Toutefois, l'acide acétique est un excellent inhibiteur des levures et il réduit le réchauffement et les pertes dues aux refus à l'alimentation. En prévenant la formation de levures, le produit qui en résulte est plus constant et stable tout en maintenant une grande qualité pour un fourrage.

Aujourd'hui, Pioneer offre des inoculants qui combinent les souches *L. plantarum* productrices d'acide lactique aux souches *L. buchneri* qui produisent l'acide acétique pour conserver la qualité de l'entreposage initial à l'alimentation. Ces combinaisons d'inoculants sont conçues pour chaque culture ensilée. Elles incluent : le Pioneer® 11C33 pour le maïs, le Pioneer® 11B91 pour le maïs grain humide et le Pioneer® 11G22 pour les herbes et la luzerne.

Étape 4 : Digestibilité de la fibre améliorée et disponibilité des nutriments

L'innovation la plus récente de Pioneer concernant les inoculants bactériens a visé l'augmentation de la digestibilité de la fibre et la disponibilité des nutriments de la culture ensilée. Les chercheurs ont découvert une souche unique de *L. buchneri* qui produit deux enzymes clés (les enzymes férulate et acétyl estérase) qui améliorent la qualité de l'ensilage, spécialement la digestibilité de la fibre.

Les plantes graminées et les légumineuses contiennent trois composants principaux : la lignine, la cellulose et l'hémicellulose. La lignine se lie à la cellulose et à l'hémicellulose. Toutefois, les ruminants ne peuvent digérer la lignine. Elle passera inchangé dans le système digestif avec une certaine quantité de cellulose et de hémicellulose. Cela veut dire que les animaux ne peuvent profiter complètement de l'énergie de la cellulose et de l'hémicellulose. Les enzymes produits par les souches de *L. buchneri* que l'on retrouve dans les inoculants Pioneer® de marque Fiber Technology peuvent séparer la lignine de la cellulose et de l'hémicellulose. Cela permet aux microorganismes du rumen d'utiliser ces deux sources de fibre comme sources d'énergie.

En 2009 et 2010, une étude (effectuée par des chercheurs canadiens au Centre de recherche d'Agriculture et agroalimentaire Canada de Lethbridge en Alberta) a démontré les résultats de la Fiber Technology sur la performance animale. Lorsque nourries d'ensilage d'orge traité avec l'inoculant Pioneer® 11GFT, les vaches (bovins de boucherie) ont démontré un meilleur indice de consommation. L'ensilage a une stabilité aérobie améliorée. Les bouvillons alimentés à l'ensilage traité 11GFT ont gagné plus de poids par livre de ration avec un indice de consommation améliorée de 8,9 % (tableau 1).

Tableau 1. Résultats obtenus des essais sur l'ensilage d'orge à Lethbridge (AAC) Addah, et coll., 2011.

Fermentation	Témoin	11GFT	Avantage
pH de l'ensilage	3,99[a]	4,43[b]	
Acide lactique %	7,40[b]	3,85[a]	
Acide acétique %	1,73[a]	4,24[b]	
Ratio acétique/lactique :	4,3	0,9	
Stabilité aérobie (jours)[1]	6	21	+15 jours
Performance animale	**Témoin**	**11GFT**	**Avantage**
Poids de départ de l'animal (lb)	535	534	
Prise de matière sèche (lb/jour)	16,80[b]	15,74[a]	-1,06
Gain (lb/jour)	2,84	2,89	0,04
Indice de consommation (Gain/PMS)	0,169[a]	0,183[b]	-0,014 unités

[1] Le temps en jours pour que la température de l'ensilage dépasse la température ambiante.

[a, b] Moyennes des traitements à l'intérieur d'un rang significativement différent (P<0,05).

Grâce aux inoculants Fiber Technology, les ruminants peuvent profiter de l'énergie liée à la lignine. Les entreprises d'engraissement de bétail auront besoin de moins d'énergie en supplément provenant du maïs grain, du soya ou d'autres sources d'énergie. Beaucoup d'entreprises de bétail peuvent économiser un montant substantiel d'argent sur leurs rations en abaissant la quantité des coûteux ingrédients qui fournissent l'énergie dont ils ont besoin.

Pioneer offre trois technologies avec la Fiber Technology : le Pioneer® 11CFT pour l'ensilage de maïs, le Pioneer® 11AFT pour l'ensilage de luzerne et le Pioneer® 11GFT pour les ensilages d'herbes.

Vu les coûts élevés de l'alimentation du bétail, la conservation, la protection et l'amélioration de la qualité de l'ensilage sont plus importantes que jamais. Les utilisations fructueuses des ensilages dépendent de plusieurs facteurs clés : le taux d'humidité adéquat de l'ensilage, l'élimination de l'oxygène, une réduction efficace du pH de l'ensilage, sa stabilité aérobie, l'amélioration de la digestibilité du fourrage ainsi que la prévention des pertes dues aux levures et aux moisissures au moment de le servir. La meilleure façon de gérer ces facteurs consistent à vérifier le taux d'humidité avant la récolte, une bonne compaction, de même que l'utilisation d'un inoculant *L. buchneri*.

Références :

Adesogan, A., Huisden, M, Arriola, K., Kim, S., Foster, J. 2005. Factors affecting the quality of corn silage grown in hot, humid areas: Effect of applying two dual-purpose inoculants or molasses. JAS, Vol 83, Supp 1/JDS, Vol 88, Supp 1. P 383. Abst. 665.

Addah, W., Baah, J., Okine, E.K. and McAllister, T.A. 2011. A third-generation esterase inoculant alters fermentation pattern and improves aerobic stability of barley silage and the efficiency of weight gain of growing feedlot cattle. JAS, 2011-4085.

Ensilage maïs épi humide et ensilage épi-hampe – conseils pour réussir

Récemment, les producteurs de lait et de bovins de boucherie ont adopté une nouvelle méthode pour récolter le maïs grain humide (MGH) comme ensilage épi-tige ou ensilage épi-hampe. Dans cet article, les deux termes sont utilisés de façon interchangeable. Ce produit d'ensilage de MGH est le résultat de la récolte de l'épi complet, y compris l'enveloppe, la rafle, l'attache de l'épi, et les grains. La récolte est effectuée en attachant à une fourragère une tête cueilleuse d'épis, munie de rouleau craqueur. Cet équipement permet d'effectuer en un seul passage la récolte et le conditionnement des grains. Il en résulte des économies substantielles de temps et de carburant par rapport aux autres méthodes.

L'ensilage épi-hampe augmente le rendement de dix à quinze pour cent comparativement à la récolte du maïs grain seulement. L'ensilage épi-hampe aura une valeur fourragère intermédiaire entre celles du MGH et celle de l'ensilage de maïs. La qualité de l'ensilage épi-hampe dépend de la quantité de rafles, de feuilles et de spathes incluse dans le produit final récolté. Dans la plupart des cas, l'ensilage épi-hampe aura une énergie nette de lactation (ÉNL) plus proche de celle du MGH que celle de l'ensilage de maïs.

Le but de récolter l'ensilage épi-hampe à haut rendement est d'obtenir des niveaux d'énergie et d'amidon disponible les plus élevés possible. Cet article discute des principales techniques de régie pour une récolte fructueuse d'un ensilage épi-hampe de grande qualité.

Tableau 1. Composition moyenne en nutriments du MGH (base de 100 % MS).

Composant	Protéine %	Amidon %	FDN %	Cendres %
Grain	9,87	68,99	7,82	1,44
Rafle	1,92	-	84,29	1,32
Enveloppe/ attache de l'épi	4,00	-	78,97	3,81
Épi complet	8,23	52,14	23,74	1,56

Proportion (base m.s.) dans un plant de maïs à maturité :
Grain : *45,9 %* Tige : *27,5 %* Feuille : *11,4 %* Rafle : *8,2 %* Enveloppe : *7 %*

Le degré d'humidité à la récolte, la clé du succès

- Le degré d'humidité à la récolte constitue l'élément le plus important pour assurer le succès de l'ensilage épi-hampe ou celui de l'ensilage épi-tige. Lorsque le degré d'humidité est idéal, cela augmente le degré d'efficacité de la récolte et maximise le rendement, de même que le conditionnement de l'ensilage. Cela permet une meilleure fermentation et maximise la qualité de l'ensilage épi-hampe, ainsi que la disponibilité de l'amidon.
- Le degré d'humidité idéal se situe entre 36 et 42 % pour l'ensilage épi-hampe ou épi-tige (à ce stade, le degré d'humidité du grain sera d'environ 34 à 36 %). À ce degré d'humidité, le maïs a atteint sa maturité physiologique (la ligne noire est évidente) et la production maximale d'amidon est atteinte. De plus, la digestibilité de la rafle est élevée. La recherche démontre que la digestibilité de la rafle décroît rapidement avec l'assèchement du plant.
- Si le degré d'humidité de l'ensilage épi-hampe baisse sous environ 35 %, il faut penser à ne récolter que le maïs grain. Cela aide à prévenir des problèmes potentiels de prise alimentaire et de digestibilité.

L'équipement et ses réglages pour récolter ces types d'ensilages

- Techniquement, l'ensilage épi-tige inclut seulement le grain et la rafle. Il est récolté par une batteuse réglée pour retenir la rafle après le passage dans le rotor ou dans la partie où l'égrenage s'effectue.
- L'ensilage épi-hampe consiste à récolter l'épi complet, y compris l'enveloppe, la hampe, la rafle, et quelques feuilles. Cette opération est effectuée au moyen d'une fourragère sur laquelle on a installé une tête à rouleaux preneurs. La majorité des fabricants d'équipements d'ensilage font aussi ce type de tête. Il existe aussi des têtes à rouleaux preneurs usagées, surtout pour les fourragères automotrices.
- Comme c'est le cas pour toutes les opérations effectuées avec des équipements, la mise en place et le réglage influencent grandement la quantité et la qualité du produit récolté. Dans le cas de l'ensilage épi-hampe, il est essentiel de garder les épis de maïs, l'attache et quelques feuilles tout en évitant de récolter trop de feuilles ou une trop grande partie de la tige. De plus, les feuilles récoltées devraient être coupées finement ou déchiquetées plutôt que d'avoir de longs filaments de feuilles dans l'ensilage.
- Régler l'équipement pour maximiser le dommage au grain et à la rafle. Cela est faisable au moyen d'une très courte longueur de coupe et par l'utilisation de rouleaux munis de fines dents et réglés entre 2 à 3 mm d'espacement. Aussi, la différence de vitesse entre les rouleaux peut avoir besoin d'être réglée à un niveau plus élevé pour l'ensilage épi-hampe que pour l'ensilage épi-complet. Tous les grains de maïs devraient être fendus, et les morceaux de rafles devraient être plus petits que l'ongle du pouce. Comme d'habitude, il faut consulter le manuel de l'opérateur afin d'obtenir l'information adéquate pour effectuer les réglages.

Entreposage, fermentation et alimentation

- L'ensilage épi-hampe et l'ensilage épi-tige sont des ensilages à humidité élevée, entreposés en silos et conservés par la fermentation. Tous les types de silos peuvent offrir une bonne structure d'entreposage lorsque les bons principes d'ensilage sont respectés.
- Bien compacter l'ensilage pour éliminer l'oxygène rapidement. Puisque l'ensilage épi-hampe contient surtout du grain, il devrait atteindre une plus grande densité et se compacter plus facilement. Pour bien compacter l'ensilage dans les silos fausses, il faut procéder par couche mince et utiliser un tracteur d'un poids adéquat.
- Recouvrir rapidement les fausses et les silos une fois pleins pour éviter que l'oxygène y pénètre. Lorsque c'est possible, utiliser plusieurs couches de plastique et recouvrir de pneus pour bien sceller l'ensilage compacté.
- Pour obtenir une meilleure fermentation, utiliser l'inoculant pour MGH Pioneer® 11B91. Il contribuera au maintien de la stabilité aérobie jusqu'au moment de servir l'ensilage. Il s'agit d'un aliment de grande valeur et l'inoculent 11B91 aidera à réduire le risque de perte associée à la fermentation et à la prise alimentaire.
- Dans le cas de sacs à ensilage, surveiller le plastique pour détecter les trous et les réparer le plus rapidement possible, afin d'éviter que l'oxygène pénètre dans le sac. S'assurer que les animaux sauvages n'endommagent pas le plastique.
- Au moment de servir, s'assurer de maintenir un indice de consommation élevé. Cela contribuera à éviter les pertes dues à un ensilage qui « chauffe » et se détériore.

La performance des produits de marque Pioneer®

Lors d'une étude sur l'ensilage épi-tige, effectuée en 2005 à LaSalle au Colorado, les données recueillies ont démontré comment la date de récolte peut affecter la composition du grain et sa composition en nutriments. Le tableau 2 montre qu'en moyenne le pourcentage de grains augmente à la première et à la dernière date la récolte. Il a été presque maximisé à partir de la troisième date. Durant cette même période, le pourcentage de rafle a diminué de 18 à 14 %, alors que les pourcentages de l'enveloppe et de feuilles sont demeurés les mêmes. Dans le temps, les hybrides ont affiché une certaine variabilité quant au pourcentage de grains.

Tableau 2. Pourcentage de grains dans MGH par hybride Pioneer®

Date de récolte	35A30	34A86	35Y65	35D28
13 sept.	77,2	70,8	70,3	73,6
20 sept.	78,2	73,7	74,7	73,3
27 sept.	82,3	75,6	76,8	74,4
4 oct.	82,2	77,6	77,5	75,4

Au cours de la même étude, le contenu en FDN a été mesuré pour chaque période de récolte. Ici, nous pouvons constater l'impressionnante augmentation du contenu en FDN de la rafle, et à un moindre degré, de l'enveloppe et de la de l'attache au cours des périodes de récolte plus tardives. Dans le cas de l'ensilage épi-hampe, le maintien d'un taux élevé d'humidité est la meilleure façon de conserver un haut degré de digestibilité des composants autre que le grain.

Tableau 3. FDN (%) dans MGH par période de récolte (Base 100 % MS).

Composant	13 sept.	20 sept.	27 sept.	4 oct.
Grain	7,55	8,03	7,89	7,82
Rafle	78,92	84,58	85,81	87,86
Enveloppe/ attache de l'épi	76,78	78,51	80,01	80,06
Épi complet	23,53	23,40	23,30	24,74

En 2012, plusieurs producteurs du Wisconsin ont récolté des parcelles côte-à-côte de produits d'ensilage épi-hampe de marque Pioneer®. Les données sont présentées dans le tableau 4 et fournissent de l'information au sujet de la récolte et du rendement des principaux hybrides de maïs de cette région en 2012.

En tout, les rendements en ensilage épi-hampe ont été très bons et ils ont affiché des différences selon l'endroit. La variation du contenu en amidon, FDN, PB, et celle de la digestibilité de l'amidon in vitro est probablement le résultat de différents réglages pour les équipements de récolte, et des conditions environnementales. Ces produits étaient très semblables en ce qui a trait à leur maturité et ils ont donné un ensilage semblable. La facilité de récolte a été évaluée par l'opérateur et très peu de différences ont été notées entre les hybrides.

À chaque endroit, le produit possédant le plus haut taux d'humidité a aussi obtenu les pourcentages les plus élevés pour la digestibilité de l'amidon in vitro. En partie, cela indique que les grains étaient probablement plus faciles à briser et qu'ils ont été plus finement broyés.

À deux endroits, un échantillon de cinq épis a été récolté, égrené à la main, et on en a pesé les composants. Le pourcentage de grains était très semblable entre les produits et entre les deux endroits, allant de 82 à 84 %.

Tableau 4. Essai d'ensilage épi-hampe, 2012, au Wisconsin – produits de marque Pioneer®.

Coleman, WI – Récolté le : Le 12 sept. 2012							
Produit	Rendement ensilage épi-tige[1]	%[2]	Humidité ens. épi-tige (%)	PB, %	FDN %	Amidon %	Digest. amidon[3]
P9910AM1[MC 4]	6,11	102	34,9	8,3	14,8	61,6	63,0
P9917AM1[MC 4]	5,95	99	35,6	8,3	16,8	59,1	2,4
P9807HR[5]	5,45	91	38,2	8,1	15,9	59,2	66,8
P9748HR[5]	5,94	99	39,5	8,3	14,1	62,5	69,3
P9630AM1[MC 4]	5,80	97	31,7	8,5	13,7	63,3	60,1
P9519AM[MC 6]	5,87	98	34,8	8,7	17,0	60,9	64,3
Moyenne	5,85		35,8	8,4	15,4	61,1	64,3
Mosinee, WI – Récolté le : le 13 sept. 2012							
Produit	Rendement ensilage épi-tige[1]	%[2]	Humidité ens. épi-tige (%)	PB, %	FDN %	Amidon %	Digest. amidon[3]
P9910AM1[MC]	6,58	101	38,5	7,7	15,4	60,7	68,9
P9807HR	6,43	99	39,8	8,1	14,0	62,6	71,5
P9748HR	6,26	96	37,0	8,4	13,4	63,3	69,2
P9519AM[MC]	6,41	99	36,4	8,9	13,2	63,1	65,5
Moyenne	6,42		37,9	8,3	14,0	62,4	68,7
Dorchester, WI – Récolté le : Le 21 sept. 2012							
Produit	Rendement ensilage épi-tige[1]	%[2]	Humidité ens. épi-tige (%)	PB, %	FDN %	Amidon %	Digest. amidon[3]
P0115AM1[MC 4]	6,73	96	31,8	7,8	11,1	65,9	58,0
P9910AM1[MC]	6,67	95	29,0	7,9	10,6	66,1	54,2
P9675AM1[MC 4]	7,33	105	28,5	8,2	14,2	64,0	53,4
P9630AM1[MC]	7,11	102	27,2	8,1	12,9	64,1	55,5
P9519AM[MC]	7,31	105	29,0	8,2	18,0	59,2	55,1
P9411AM1[MC 4]	7,26	104	27,7	8,4	13,2	63,2	55,3
Moyenne	7,07		28,9	8,1	13,3	63,8	55,3

[1] Tonnes/acre à 35 % d'humidité.

[2] Rendement ensilage épi-tige en pour cent de P9910AM1/P9519AM.

[3] Digestibilité n vitro, 7 heures.

[4] Caractères = (AM1, LL, RR2) | [5] Caractères = (HX1, LL, RR2) | [6] Caractères = (AM, LL, RR2)

Conclusions

- L'ensilage épi-tige ou l'ensilage épi-hampe continue de gagner en popularité parce qu'il permet d'obtenir un produit élevé en énergie, facile à récolter, à entreposer, ainsi qu'à servir. Pour les producteurs de bétail, la récolte d'ensilages sous forme d'épi-hampe ou d'épi-tige élimine les coûts de séchage du grain et produit un excellent aliment pour les ruminants.
- Le fait de récolter le maïs grain humide sous forme d'ensilage épi-hampe ou épi-tige offre des rendements de 15 à 20 % plus élevés par acre que ceux obtenus par une récolte sous forme de maïs grain humide. De plus, la qualité et l'énergie disponible sont similaires.
- Le degré d'humidité à la récolte constitue l'élément le plus important pour assurer le succès de l'ensilage épi-hampe ou celui de l'ensilage épi-tige. Le fait de cibler un taux d'humidité final entre 38 et 42 % contribue au maintien de rendements élevés et d'une qualité élevée.

Références :

DuPont Pioneer Nutritional Insights. 2006. Influence of maturity on yield and quality of HMEC. S.D Soderlund, J. Uhrig, B. Curran and L. Nuzback.

Le potassium est-il court-circuité dans votre programme de fertilisation ?

Les bonnes cultures fourragères demandent beaucoup de potassium (K) par rapport à la capacité du sol de leur en fournir. Le potassium joue un rôle important afin que les ensilages de luzerne et de maïs atteignent des rendements élevés, de même que la qualité qui maximise la performance animale et la profitabilité.

Au cours des dernières années, le prix de la potasse (K_2O) a atteint des sommets très élevés. Ce prix s'est aussi avéré plus volatil que par le passé. Durant les années où les prix de la potasse sont très élevés, alors que les prix des céréales et du lait présentent des défis, les producteurs ont réduit les pleines doses d'application de K.

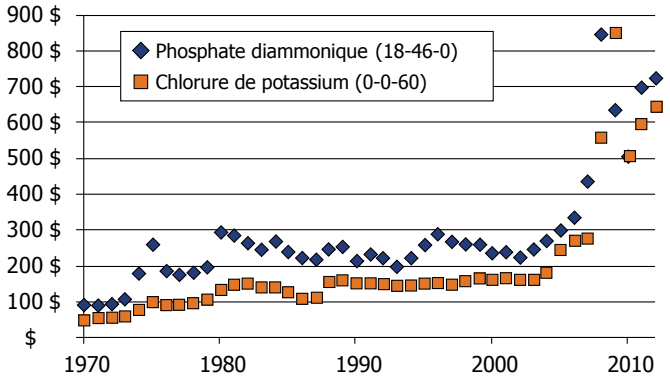


Figure 1. Prix moyens des fertilisants contenant du K, à la ferme, aux É.-U., de 1970 à 2012 ($/tonne). Références : USDA Economic Research Service - Fertilizer Use and Price, 2012.

Les niveaux de potassium dans le sol ont aussi été influencés par le passage vers de plus grandes superficies consacrées à l'ensilage de maïs et de luzerne sur les fermes laitières. Les rendements plus élevés signifient de plus grandes prélèvements dans le champ. Beaucoup de producteurs n'ont pas adapté leur programme de fertilisation à ces changements.

Le rôle de K dans la croissance des plants de luzernes et de maïs

Tant la luzerne que le maïs requièrent le potassium pour assurer une croissance adéquate. Dans la plante, le potassium joue un rôle indirect en agissant comme catalyseur pour réguler les processus enzymatiques.

La photosynthèse, la division cellulaire, la production d'hydrate de carbone, la synthèse des protéines, le développement des racines, la tolérance aux variations extrêmes de température sont tous des éléments influencés par le K. Le potassium peut aussi améliorer la tolérance de la culture à la sécheresse en régulant l'utilisation de l'eau. Il peut minimiser la susceptibilité à la maladie.

Feuilles de maïs affichant une carence en potassium, comme l'indique le jaunissement et la nécrose sur le bord de la feuille.

Les cultures de luzerne à haut rendement, en santé exigent un apport adéquat en potassium.

Chez la luzerne, durant les mois d'hiver, le potassium aide la plante à traverser les froids extrêmes. K contribue à l'important processus de fixation de l'azote chez les plants en croissance. Dans la culture de luzerne, pour tirer pleinement avantage des nutriments appliqués, un programme adéquat de fertilisation doit être associé à un programme de chaulage de qualité.

Dans le maïs, une carence en potassium peut raccourcir la durée du processus de photosynthèse durant la saison et réduire le transport des nutriments et des sucres dans la tige. Cela compromet l'intégrité de la plante, nuit à la formation de l'amidon, et limite l'utilisation de N. Souvent, la verse du maïs ou la présence de petits grains est reliée à de faibles niveaux de K qui se traduisent par une réduction de la force de la tige, ainsi qu'une incidence plus élevée des maladies de la tige.

La valeur réelle du potassium dans les cultures est des plus évidentes en présence de stress. Une alimentation adéquate et équilibrée de la plante maintient sa vigueur et réduit sa vulnérabilité au stress. Lorsqu'il est en équilibre avec l'azote, le phosphore, le soufre et autres oligoéléments, le K en quantité suffisante assure des rendements élevés d'un fourrage de qualité.

Sécheresse et disponibilité du potassium

Les producteurs qui effectuent des analyses de sol pour sa teneur en K, après la sécheresse de 2012 seront peut-être surpris par les faibles niveaux que révèle l'analyse.

Dans les sols argileux secs, le potassium s'ancre solidement entre les couches d'argile. Il n'est pas disponible à la plante jusqu'à ce que l'eau impreigne le sol à nouveau. Le K accumulé dans les plants de maïs sera libéré seulement lorsque les chutes de pluie permettront la décomposition des résidus et que le K recommencera à se déplacer dans le sol. Attendez-vous à ce que les niveaux de K reviennent à des valeurs plus normales après d'importantes chutes de pluie à l'automne.

Avec des analyses de sol plus faibles que normales en K, les producteurs auront besoin de se fier aux moyennes des analyses de sol à long terme de chaque champ et ils devront évaluer les taux de prélèvement de la culture.

Disponibilité du potassium dans le sol

On trouve trois types de potassium dans le sol. Le premier se trouve sous forme minérale dans le sol. Il représente plus de 90 à 98 pour cent du potassium dans le sol. Il est solidement lié et peu disponible pour son absorption par les plantes. Le seconde type est le potassium non échangeable. Ce dernier agit comme réserve pour remplacer le potassium absorbé ou perdu dans la solution du sol. Il compte pour approximativement de un à dix pour cent du potassium dans le sol. Le dernier type est le potassium disponible aux plantes ou échangeable. Il constitue de un à deux pour cent. On le retrouve dans le sol ou en tant que partie dans l'échange cationique.

Le type de sol et les conditions environnementales jouent un rôle quant à la quantité de potassium disponible. La disponibilité du potassium atteint un sommet dans des sols chauds et humides, biens aérés et avec un pH qui va de neutre à légèrement acide. Trop d'eau dans le profil du sol abaisse les niveaux d'oxygène. Cela diminue la respiration de la plante et réduit l'absorption du potassium. Dans les sols argileux, la disponibilité du potassium peut être affectée par la concurrence qu'il livre au calcium et au magnésium pour des sites d'échange de cations. Tant le calcium que le magnésium peuvent déplacer le potassium du site d'échange de cations.

Prélèvement du potassium par la culture

Tant l'ensilage de luzerne que celui du maïs retire une grande quantité de potassium du sol. Une culture de maïs prélève presque autant de K que de N, cependant la gestion de chaque nutriment est complètement différente. La gestion du K pour la production d'ensilage de maïs est différente de celle pour la production du maïs grain humide, et celle pour les ensilages épi-tige ou épi-hampe.

Culture	K_2O prélevé par unité*	Niveau de rendement	K_2O prélevé par acre
Luzerne	60 lb par tonne	10 tonnes	600 lb/acre
Ensilage de maïs	8-9 lb par tonne	25-30 tonnes	225-270 lb/acre
Maïs grain	0.3 lb/bo	200-230 bo	60-70 lb/acre

*Références : UW-Madison. 2012. A2809 Nutrient application guidelines for field, vegetable and fruit crops in Wisconsin.

Gestion du potassium dans la luzerne

Pour la luzerne, il vaut mieux appliquer le potassium selon les rendements et le stade où la luzerne est récoltée. Les besoins en potassium augmentent selon la fréquence des récoltes et sous les conditions de rendements élevés. Les jeunes plants contiennent plus de potassium et de protéine. Dans le cas des récoltes effectuées au stade bourgeon, cet aliment de grande qualité prélève jusqu'à 25 % plus de potassium du champ qu'au stade début à milieu floraison.

Nouveaux semis : Avant de semer, il est important de bâtir un test optimal ou élevé de K. En effet, c'est la seule occasion durant la vie de la culture de mélanger les nutriments dans la couche arable.

Populations établies : Lorsque la luzerne se prépare pour l'hiver, c'est le moment où elle a le plus besoin de potassium. Dans le but de favoriser sa rusticité hivernale, la plante doit accumuler une bonne réserve de K avant sa période critique de croissance à l'automne. Durant cette période, la plante requiert le potassium pour améliorer l'entreposage des hydrates de carbone solubles dans les racines.

Il vaut mieux effectuer les applications avant les six dernières semaines de la saison de croissance. Il est aussi commode d'appliquer le K après la première coupe de foin. Il faut éviter d'appliquer des niveaux élevés de K au printemps, avant la première coupe. Cela peut occasionner des concentrations excessivement élevées de K dans la luzerne de première coupe et causer le fièvre du lait chez la vache laitière.

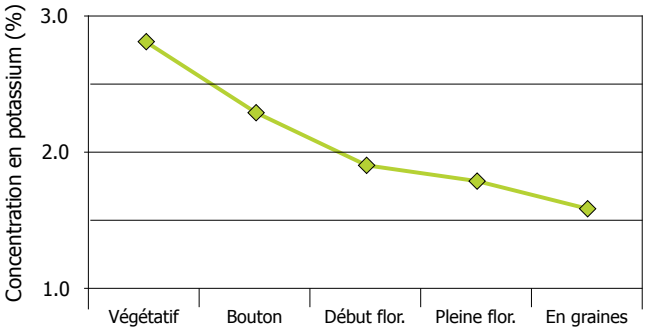


Figure 2. Concentration du potassium dans les plants de luzerne à différents stades de croissance. Références : Adapté de la figure 37-2, (Barton and Reid, 1977) dans Lanyon, L.E. et F.W. Smith. 1985. La nutrition en potassium de la luzerne et autres légumineuses : tempérées et tropicales. Dans Potassium in Agriculture, ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI.

Lorsque des niveaux élevés d'application sont requis pour améliorer la fertilité du sol, il vaut mieux partager en deux applications de K ou plus pour éviter une blessure par le sel et une consommation excessive au-delà des besoins nutritionnels de la luzerne.

Les applications multiples assurent la disponibilité du potassium durant les périodes les plus importantes de la saison. La concentration de K pour la luzerne devrait être maintenue entre deux à trois pour cent pour obtenir un rendement maximum potentiel et la rusticité hivernale. Les cultures de luzerne à très hauts rendements possèdent des concentrations de K allant jusqu'à trois pour cent. Lorsque les concentrations de K baissent sous deux pour cent, les plants de luzerne sont beaucoup plus susceptibles au dommage causé par l'hiver.

Au fur et à mesure que la luzerne vieillit, elle répond mieux à la fertilisation avec le K. Moins de plants à l'acre combiné à des systèmes racinaires moins efficaces signifient un accès limité au K. Il est essentiel de continuer à fertiliser les populations plus âgées pour maintenir une productivité maximale.

Gestion du potassium pour l'ensilage de maïs et le maïs grain humide

Les plants de maïs prélèvent presque autant de K que de N, cependant la gestion de chaque nutriment est différente. Il est relativement facile de gérer le K à cause de sa réaction dans le sol. La fertilisation au potassium exige un engagement à long terme, afin de maintenir des niveaux optimaux de K dans les analyses de sol.

De plus, les producteurs doivent évaluer les taux de prélèvement de ce nutriment par la culture. L'ensilage de maïs et la luzerne prélèveront la plus grande quantité de K puisqu'il s'accumule dans la partie végétative du plant en croissance. L'absorption du nutriment reflète la croissance de la plante. La demande la plus élevée de K correspond aux stades de grande croissance du maïs allant de V6 jusqu'à l'apparition des soies. Par conséquent, il est essentiel d'avoir du K disponible durant cette importante période pour assurer une bonne croissance de la plante.

La majorité des producteurs appliqueront leur potassium avant de semer ou l'automne précédant avant de travailler le sol. Souvent, on applique un fertilisant de départ dans le sillon au moment de semer. Peu importe la partie du plant que l'on récolte, le plant de maïs a les mêmes besoins en potassium pour sa croissance. La grosse

différence réside dans le remplacement des nutriments prélevés; les champs d'ensilage de maïs peuvent prendre de cinq à six fois plus de potassium que les champs où seuls les grains sont récoltés.

La plus grande volatilité du prix des fertilisants combinée à des taux de prélèvement de potassium plus élevés par les cultures fourragères ont abouti à certaines inquiétudes concernant la fertilisation en K de la luzerne et du maïs. Beaucoup éprouvent des difficultés avec leur culture qui, dans certains cas, peuvent être le résultat d'une fertilisation insuffisante en K. La gestion de rendements très élevés en luzerne et en maïs grain ou maïs ensilage exige des niveaux optimaux de K dans le sol. Ces niveaux sont plus faciles à maintenir en accentuant l'attention portée aux analyses de sol et en réglant les apports en K selon les taux prélevés par la culture. Enfin, un programme de fertilisation en potassium pour votre entreprise exige une approche équilibrée. Il est primordial de fournir les nutriments essentiels en bonnes quantités.

Avant de les semer

- **Tester** : Effectuer régulièrement des analyses de sol pour connaître les niveaux de K, surtout après des cultures de luzerne et d'ensilage de maïs.
- **Calculer** : Mesurer ou évaluer le prélèvement annuel de K par la culture. Prendre en compte les fertilisants naturels et autres sources fertilisantes appliquées au champ.
- **Planifier** : Faire un plan pour remplacer le potassium selon les taux de prélèvement, les fumiers utilisés et les niveaux déterminés par analyses de sol.
- **Luzerne** : Appliquer deux fois par année, après la première coupe et une fois après la dernière coupe de l'été.
- **Maïs** : Appliquer le potassium avant de semer et de travailler le sol.

Notes :

La technologie BMR – la différence DuPont Pioneer

À partir de 2011, DuPont Pioneer a introduit au champ la technologie de pointe dans l'industrie, celle du maïs à nervure brune (BMR) par le biais de ses hybrides P1376XR (HXX,LL,RR2). Ce produit offre une alternative en ensilage de maïs avec moins de lignine, ainsi qu'un ensemble de caractères agronomiques et de technologies visant le rendement et la stabilité. Pioneer fait progresser les produits BMR éprouvés qui satisfont nos exigences de rendement en ensilage, en qualité fourragère, de même qu'en santé du plant.

Un hybride de marque Pioneer® démontrant une nervure brune centrale distincte qui se forme entre les stades V4 à V6.

Le rendement en ensilage revêt une importance de premier ordre chez DuPont Pioneer.

- Le rendement de l'hybride BMR de marque Pioneer® dépasse ou égale celui des hybrides concurrents. Les données de rendement pour 2012 démontrent de meilleurs rendements que presque tous les hybrides BMR de Mycogen[MD].
- Pioneer possède des résultats sur trois ans comparant ses hybrides BMR à ceux de Mycogen (figure 1). Il est possible d'accéder à une base de données encore plus grande comparant les hybrides conventionnels de marque Pioneer® aux hybrides BMR de Mycogen.
- Compte tenu des variations entre parcelles côte-à-côte uniques, Pioneer recommande d'inclure vingt comparaisons ou plus afin de prendre les bonnes décisions lors du choix des hybrides.

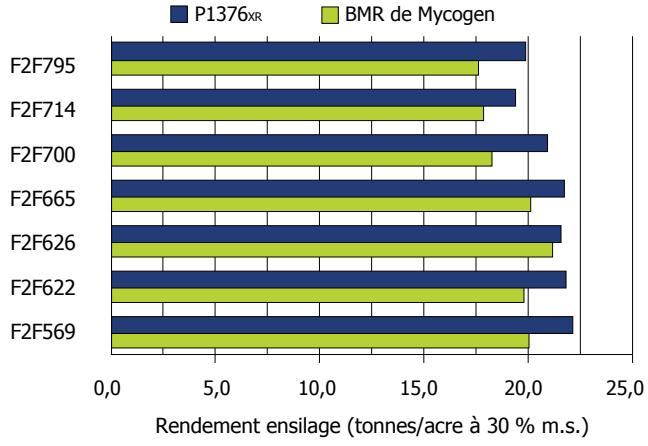


Figure 1. Comparaison du rendement en ensilage du P1376XR et des hybrides BMR de marque Mycogen[MD]. Les données sont basées sur les résultats de 198 comparaisons côte-à-côte dans le nord des États-Unis de 2010 à 2012.

- Pioneer offre des hybrides conventionnels et BMR porteurs de rendements des plus élevés (figure 2).

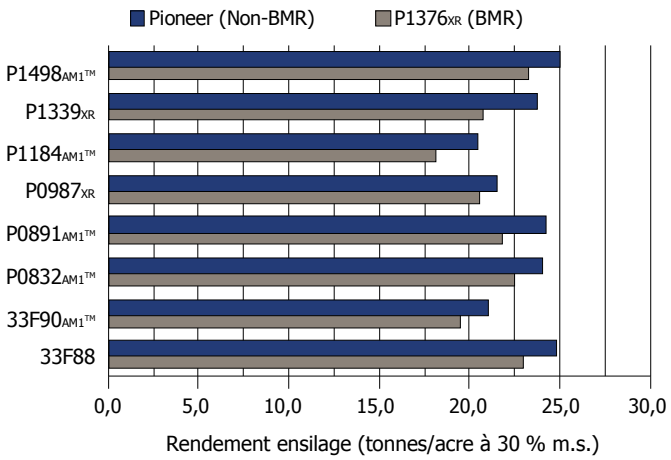


Figure 2. Comparaison du rendement en ensilage du P1376XR et des hybrides non BMR de marque Pioneer®. Les données sont basées sur les résultats de 326 comparaisons côte-à-côte dans le nord des États-Unis de 2010 à 2012.

La qualité de l'ensilage est essentielle chez les hybrides de marque Pioneer®.

- En moyenne, le contenu en amidon des hybrides BMR de marque Pioneer® est de 2 à 2,5 points plus élevés que celui des hybrides concurrents (figure 3).

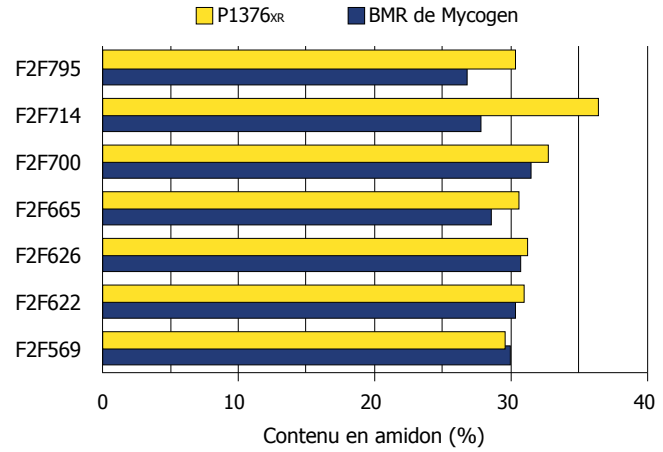


Figure 3. Comparaison du contenu en amidon du P1376XR et des hybrides BMR de marque Mycogen™. Les données sont basées sur les résultats de 198 comparaisons côte-à-côte dans le nord des États-Unis de 2010 à 2012.

- L'ensilage de maïs BMR offre une plus grande digestibilité de la fibre. Chaque un pour cent d'augmentation en digestibilité de la fibre détergent neutre (NDFd) équivaut approximativement à 0,55 lb de lait produit de plus par vache par jour.
  - Note : Cette conclusion a été obtenue à partir des résultats d'études menées par la Michigan State University selon la dNDF totale de la ration et non sur l'ensilage de maïs lui-même.
- Le contenu en dNDF est presque le même que celui de nos concurrents (figure 4). Les résultats incluent des données obtenues par PIR et par chimie humide de laboratoires indépendants.

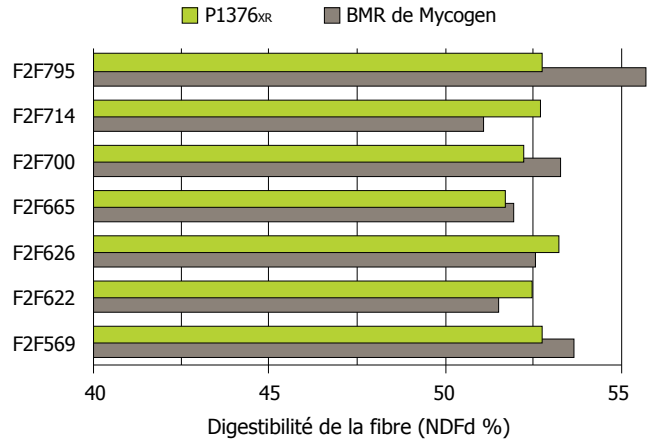


Figure 4. Comparaison de la digestibilité de la fibre entre le P1376XR et les hybrides BMR de marque Mycogen. Les données sont basées sur les résultats de 198 comparaisons côte-à-côte dans le nord des États-Unis de 2010 à 2012.

- Pioneer s'attend à ce que ses produits BMR obtiennent une consommation de matière sèche et des réponses en performance laitière similaires à ceux présentement sur le marché. En 2013, plusieurs tests côte-à-côte compareront le P1376XR à des hybrides BMR concurrents et des hybrides d'ensilage de maïs non-BMR au moment de les servir.

La performance agronomique est importante chez Pioneer

- La levée de la semence, la tolérance à la sécheresse, la résistance à la maladie, la solidité des racines et autres caractères agronomiques sont tous importants pour obtenir un hybride en santé et productif qui peut offrir un bon rendement même en présence de stress.
- Pioneer continue de concevoir de nouveaux hybrides BMR, y compris des produits à maturité plus hâtives. On s'attend à ce que ces hybrides possèdent des caractères agronomiques de qualité supérieure.

Plusieurs gènes BMR s'offrent à Pioneer

- L'hybride de marque Pioneer® P1376XR contient le gène de mutation BM1. Les futurs hybrides BMR pourraient contenir soit le gène de mutation BM1 ou le BM2. Ils seront sélectionnés selon la performance de rendement, la digestibilité de la fibre et leur stabilité agronomique.
- Quatre mutants BMR existent, y compris BM1, BM2, BM3 et BM4. Parmi ceux-ci, les hybrides de maïs porteurs des gènes BM1 et BM2 contiennent les plus faibles niveaux de lignine et la dégradabilité de la membrane cellulaire la plus élevée.
- Il n'existe qu'une seule étude** connue comparant les hybrides contenant les gènes BM1 et BM3. Différentes méthodes d'analyses en laboratoire démontrent de petites différences entre les deux. Les petites différences concernant la dégradabilité de la membrane cellulaire, combinées à la génétique des hybrides et aux facteurs environnementaux signifient que les microbes du rumen de la vache laitière n'indiqueront pas de différence côté performance.

Références :

*Oba M, Allen MS. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. J Dairy Sci. 1999;82(3):589-596.

**J. M. Marita, W. Vermerris, J. Ralph, R.D. Hatfield. 2003. Variations in the cell wall composition of maize brown midrib mutants. University of Wisconsin, Madison , WI et Purdue University, West Lafayette, IN.

Effets du taux d'azote sur le rendement du blé traité par un fongicide 2012

Justification et objectifs

- Une recherche précédente a démontré l'évidence d'une interaction positive entre le fongicide et les ajouts d'azote et leur effet positif sur le rendement en blé.
  - Des essais sur petites parcelles menés de 2008 à 2010 ont démontré une plus grande réponse au taux de fertilisation azotée chez le blé traité avec un fongicide que chez celui sans traitement azoté.
- En 2012, des essais grandeur champ, à la ferme, ont été menés pour déterminer la réponse en rendement du blé traité avec un fongicide selon le taux de fertilisation azotée.

Endroits où ont été tenus les essais grandeur champ au sud de l'Ontario en 2012.

Description de l'étude

Sites : À 7 endroits au sud de l'Ontario

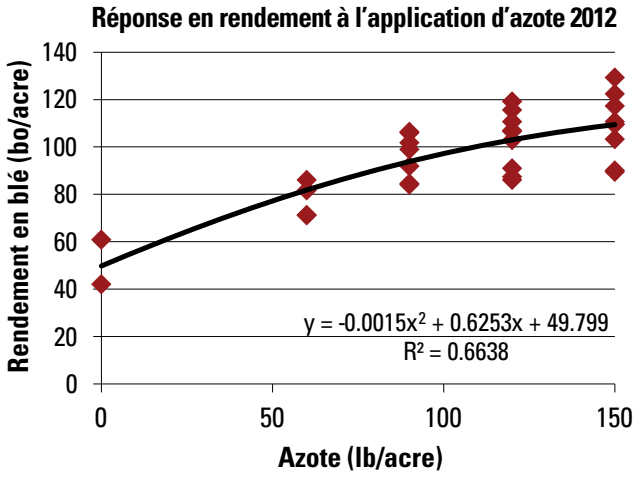
Variétés de marques Pioneer® : 25R40, 25R39 et 25R34

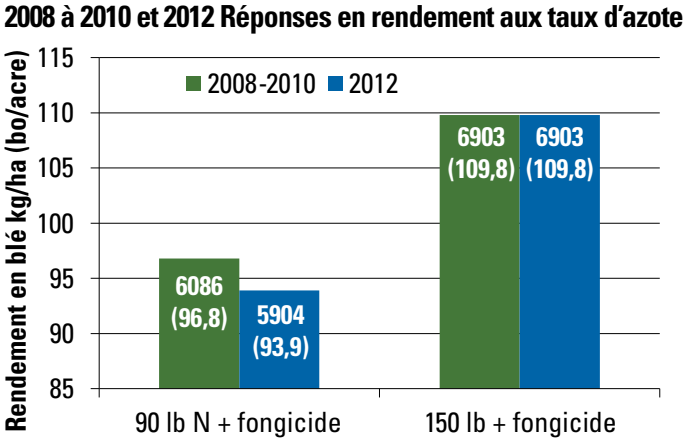
Taux d'azote : 60, 90, 120 et 150 lb/acre

- Les variétés de blé différaient selon les sites; chaque site comprenait une seule variété.
- Tous les taux d'azote n'ont pas été appliqués à tous les sites.

Résultats

- Le rendement moyen du blé traité avec un fongicide à T3 a augmenté au rythme de l'accroissement du taux de fertilisation en azote jusqu'au taux de traitement le plus élevé à 150 lb/acre.
- Les rendements moyens en blé avec 90 et 150 lb/acre d'azote ont été très semblables à ceux obtenus lors d'essais aux champs menés par MAAARO de 2008 à 2010.





Les produits de marque PIONEER® sont offerts dans le cadre des directives et des conditions d'achat indiquées sur l'étiquette et les documents d'achats. Les données de 2012 sont basées sur la moyenne de toutes les comparaisons effectuées sur les sept sites jusqu'au 1er septembre 2012. L'information provenant de plusieurs années et de plusieurs endroits constitue une meilleure variable explicative de la performance future. Veuillez ne pas utiliser ces données ou toutes autres données provenant d'un nombre limité d'essais comme un facteur important de décision pour choisir un produit. Les réponses du produit sont variables et sujettes à différentes pressions provenant de l'environnement, des maladies et des parasites. Les résultats individuels peuvent varier.

DuPont **Pioneer Sciences Agronomiques** Le logo ovale de DuPont est une marque déposée de DuPont. MD, mc, ms sont des marques déposées ou de commerce ou de services de Pioneer Hi-Bred limitée. © 2012, PHII

AMXT (Optimum[MD] AcreMax[MD] XTreme) – Contient dans le même sac la solution de refuge intégré contre les insectes aériens et ceux dans le sol. La composante principale contient la technologie Agrisure[MD] RW, le gène YieldGard[MD] contre la pyrale du maïs, et les gènes Herculex[MD] XTRA.

AM – Optimum[MD] AcreMax[MD] Isystème de protection contre les insectes avec YGCB, HX1, LL, RR2. Contient le refuge intégré dans un seul sac pour protéger contre les insectes au-dessus du sol. Dans les comtés désignés producteurs de coton par l'Agence de protection de l'environnement (EPA), un refuge séparé d'une superficie de 20 % doit être semé avec les produits Optimum AcreMax.

AMX – Optimum[MD] AcreMax[MD] Xtra système de protection contre les insectes avec YGCB, HXX, LL, RR2. Contient dans le même sac la solution de refuge intégré contre les insectes au-dessus du sol et ceux dans le sol. Dans les comtés désignés producteurs de coton par l'EPA, un refuge séparé d'une superficie de 20 % doit être semé avec les produits Optimum AcreMax Xtra.

AM1 – Optimum[MD] AcreMax[MD] 1 contient le gène LibertyLink[MD] et il peut être pulvérisé avec l'herbicide Liberty[MD]. Le refuge contre la pyrale du maïs peut être semé jusqu'à un demi mille plus loin. Certains produits de protection contre les insectes comme Optimum[MD] AcreMax[MD], Optimum[MD] AcreMax[MD] RW et Optimum[MD] AcreMax[MD] Xtra ne résistent pas à l'herbicide Liberty. Veuillez vérifier l'étiquette de la semence ou contacter votre représentant pour obtenir plus d'information.

AMRW – Optimum[MD] AcreMax[MD] RW système de protection contre la chrysomèle des racines avec refuge intégré dans le même contre la chrysomèle des racines inclut HXRW, LL, RR2.

HX1 – contient le gène de protection Herculex[MD] 1 qui fournit une protection contre : la chrysomèle du maïs, la pyrale du maïs du sud-ouest, le ver-gris noir, le légionnaire d'automne, le ver gris occidental des haricots, pyrale du maïs, la pyrale du maïs du sud, et la perceuse de la canne à sucre et répression du ver de l'épi du maïs.

HXX – Herculex[MD] XTRA contient les gènes Herculex 1 et Herculex RW.

HXRW – Herculex[MD] RW de protection contre les insectes contient des protéines qui fournissent une résistance améliorée contre la chrysomèle occidentale des racines, la chrysomèle septentrionale des racines et la chrysomle mexicaine des racines.

Herculex[MD] technologie de protection contre les insectes par Dow AgroSciences et Pioneer Hi-Bred. Herculex[MD] et le logo HX logo sont des marques déposées de Dow AgroSciences LLC.

LL – Contient le gène LibertyLink[MD] de résistance à l'herbicide Liberty[MD]. Liberty[MD], LibertyLink[MD] et le logo goutte d'eau sont des marque déposées de Bayer.

Semences de maïs traitées par l'insecticide Poncho[MD] 1250. Poncho[MD] et VOTiVO[MD] sont des marques déposées de Bayer.

RR2 – Contient le gène Roundup Ready[MD] Corn 2. Roundup Ready[MD] est une marque déposée utilisée sous licence de la Société Monsanto.

YGCB – Le gène YieldGard[MD] pyrale du maïs offre un niveau élevé de résistance à : la pyrale du maïs, la pyrale du maïs du sud. Il offre une résistance modérée au ver de l'épi et au perce-tige tacheté, de même qu'une résistance au-dessus de la moyenne au légionnaire d'automne. Roundup Ready, YieldGard[MD], le design YieldGard Corn Borer sont des marques déposées utilisées sous autorisation de la Société Monsanto.

Les services de traitement de semences sont fournis par des représentants professionnels sous contrat avec Pioneer. Tous les représentants n'offriront pas ces services et les prix varieront. Pour obtenir plus de détails, veuillez consulter votre représentant Pioneer.

AgriSure[MD] est une marque déposée de la Société Syngenta, utilisée sous son autorisation. La technologie Agrisure[MD] incorporée à ces semences est commercialisée avec autorisation de Syngenta protection des cultures AG.

Asana[MD] est une marque déposée de DuPont.

Tous les produits sont des marques de commerce de leur fabricant respectif.

Les produits de marque PIONEER[MD] sont offerts dans le cadre des directives et des conditions d'achat indiquées sur l'étiquette et les documents d'achats.

Le logo ovale DuPont est une marque deposée DuPont.

®, [MC], [MS] Marques de commerce et de service dont l'usager autorisé est Pioneer Hi-Bred limitée. © 2013 PHL.